



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

# ÍNDICE ..... página

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJETO.....	5
1.2 PROMOTOR.....	5
1.3 REDACTOR DEL PROYECTO.....	5
1.4 DESCRIPCIÓN BÁSICA. ....	5
<b>2. EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CONSIDERACIONES PREVIAS.....</b>	<b>6</b>
3.1 FINALIDAD ÚLTIMA DEL PROYECTO.....	6
3.2 ENTORNO TARIFARIO .....	6
3.3 COMPAÑÍA ELÉCTRICA DISTRIBUIDORA.....	6
3.4 ACCIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO.....	7
3.4.1 Climatología.....	7
3.4.1.1 <b><u>Radiación</u></b> .....	7
3.4.1.2 <b><u>Temperaturas</u></b> .....	7
3.4.1.3 <b><u>Vientos</u></b> .....	8
3.4.2 <u>Características topograficas</u> .....	8
3.4.3 <u>Impacto ambiental</u> .....	8
3.5 NORMATIVA APLICABLE .....	8
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>9</b>
4.1 PLANTA.....	9
4.1.1 <u>Datos generales de la planta</u> .....	9
4.1.2 <u>Potencia pico del campo generador fotovoltaico</u> .....	9
4.1.3 <u>Potencia eléctrica nominal generada por la instalación.</u> .....	9
4.1.4 <u>Producción eléctrica estimada</u> .....	10
4.1.5 <u>Interespaciado de seguidores</u> .....	10
4.1.6 <u>Conexión de seguidores y zonas</u> .....	10
4.1.7 <u>Medida y protecciones</u> .....	10
4.1.8 <u>Telecontrol de la planta</u> .....	11
4.2 EQUIPOS.....	11
4.2.1 <u>Seguidor</u> .....	11
4.2.1.1 <b><u>Estructura</u></b> .....	11
4.2.1.2 <b><u>Posicionamiento</u></b> .....	11
4.2.2 <u>Módulos</u> .....	12
4.2.3 <u>Conexión de módulos por seguidor</u> .....	13
4.2.4 <u>Inversor</u> .....	14
4.2.5 <u>Equipos eléctricos en el seguidor</u> .....	15
4.2.6 <u>Conexión seguidor-subterráneo</u> .....	15
4.2.7 <u>Interruptor automático (ICP)</u> .....	15
4.2.8 <u>Supervisor de red</u> .....	16
4.3 OBRA CIVIL .....	17
4.3.1 <u>Movimiento de tierras</u> .....	17
4.3.2 <u>Cimentaciones</u> .....	18
4.3.2 <u>Cierre perimetral</u> .....	18
4.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	18
4.4.1 <u>Conexiones eléctricas</u> .....	18

4.4.1.1	<b><u>Conexiones entre módulos</u></b>	18
4.4.1.2	<b><u>Conexión seguidor-módulo de interconexión</u></b>	18
4.4.1.3	<b><u>Conexión módulo de interconexión-armario de medida</u></b>	19
4.4.1.4	<b><u>Conexión armario de medida-C.T.</u></b>	19
4.4.1.5	<b><u>Conductores de tierras</u></b>	19
4.4.1.6	<b><u>Conductores de señales de control</u></b>	20
4.4.2	Protecciones	20
4.4.2.1	<b><u>Sobreintensidades</u></b>	20
4.4.2.2	<b><u>Choques eléctricos a personas</u></b>	20
4.4.2.3	<b><u>Sobretensiones en la red</u></b>	21
4.4.2.4	<b><u>Funcionamiento en isla</u></b>	21
4.4.2	Medida	21
4.5	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED EN BAJA TENSIÓN	22
4.5.1	Condiciones técnicas de carácter general	22
4.5.2	Condiciones específicas de interconexión	22
4.5.3	Medidas y facturación	22
4.5.4	Protecciones	22
4.5.5	Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	23
4.5.6	Armónicos y compatibilidad eletromagnética	23
<b>5.</b>	<b>EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA A LA CIA. ELÉCTRICA</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>DIMENSIONADO DE LA PLANTA</b>	<b>23</b>
6.1	CONSIDERACIONES PREVIAS	23
6.1.1	Radiación local disponible	23
6.1.2	Sombras	24
6.1.3	Generación	24
6.2	DIMENSIONADO PORMENORIZADO ELÉCTRICO	25
6.2.1	Armario de medida	25
6.2.2	Cableados	25
6.2.3	Cableados de tierras	26
6.2.4	Elementos de corte y protección	27
6.2.4.1	<b><u>Protecciones en corriente continua</u></b>	27
6.2.4.2	<b><u>Protecciones en corriente alterna</u></b>	27
6.2.4.3	<b><u>Protecciones frente a choques eléctricos</u></b>	27
6.2.4.4	<b><u>Protecciones frente a sobretensiones</u></b>	27
6.2.4.5	<b><u>Protecciones frente a funcionamiento en isla</u></b>	28
<b>7.</b>	<b>ANEXO DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS</b>	<b>30</b>
<b>8.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>36</b>
8.1	CONDICIONES GENERALES	36
8.2	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	42
8.3	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	52
<b>9.</b>	<b>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>71</b>
<b>10.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>91</b>
<b>11.</b>	<b>PLANOS</b>	<b>103</b>
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>119</b>



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kW<sub>n</sub>

MEMORIA

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

### 1.1 OBJETO

El presente documento tiene como objeto el dimensionado de una planta fotovoltaica conectada a la red de baja tensión, según lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 de 29 Septiembre, de 158,4 kW de potencia nominal con seguidor solar a dos ejes, denominada Planta Solar Fotovoltáica de 160 kWn en Cantavieja (Teruel) – Cantavieja I.

El proyecto se circunscribe a la parte de generación e infraestructura en Baja Tensión.

Este proyecto se realiza a petición del promotor, como documentación técnica de definición de la planta fotovoltaica con la finalidad de describir la obra para su correcta ejecución y proceder a la obtención de las autorizaciones y licencias necesarias para su terminación y puesta en marcha.

### 1.2 PROMOTOR

El promotor de la planta fotovoltaica es **IL SOLARE FOTOVOLTAICO S.XXI**, con domicilio en:

IL SOLARE FOTOVOLTAICO S.XXI  
Via dei Missaglia, 97  
20142 Milano, MI  
(ITALIA)

### 1.3 REDACTOR DEL PROYECTO

La persona redactora del presente proyecto es **Pablo González Iraizoz**,

### 1.4 DESCRIPCIÓN BÁSICA

La instalación planteada se compone básicamente de un campo generador (planta fotovoltaica), formado por varias unidades generadoras completas, o seguidores, controles y sistemas de protección tal y como establece el RD 1663/2000 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## 2. EMPLAZAMIENTO

La planta fotovoltaica, objeto del presente proyecto, se ubica en:

Polígono nº 31, parcela nº 123  
Cantavieja, Teruel  
(ESPAÑA)

siendo las coordenadas aproximadas (U.T.M., Datum ED50) correspondientes al centro de la superficie ocupada por la instalación:

(X=718635, Y=4488997)  
Huso 30, Zona T

### **3. CONSIDERACIONES PREVIAS**

#### **3.1 FINALIDAD ÚLTIMA DEL PROYECTO**

La planta fotovoltaica tiene como función generar energía eléctrica de origen renovable, para su inyección y venta en la red de distribución eléctrica.

#### **3.2 ENTORNO TARIFARIO**

El Real Decreto de diciembre de 1998 (RD 2818/98) posteriormente desarrollado y complementado por RD 1663/2000 y adaptado por el reciente RD 436/2004 establece una política de primas de la producción eléctrica en plantas fotovoltaicas, tendentes a favorecer el desarrollo de esta fuente renovable de energía. De acuerdo con ello, se establecen las siguientes condiciones:

- Tarifa para instalaciones solares fotovoltaicas de hasta 100 kW: 0,44 €/kWh que corresponden al 575% de la tarifa eléctrica media o de referencia y que se aumenta anualmente con el IPC energético, garantizado los primeros 25 años.
- 80% de la cuantía a partir de los 25 años y de forma indefinida.

Estas tarifas se aplican a la totalidad de la producción fotovoltaica, de forma que se vende toda la energía producida y en caso necesario se compra la totalidad de la consumida (en este caso a las tarifas vigentes).

La citada legislación obliga a las compañías eléctricas a comprar la energía generada y establece las condiciones técnicas y administrativas con las que se establecerá el contrato de venta de energía a la compañía eléctrica distribuidora.

#### **3.3 COMPAÑÍA ELÉCTRICA DISTRIBUIDORA**

La empresa de distribución eléctrica con la cual deberá establecerse el contrato de compra-venta de energía es ENDESA.

### 3.4 ACCIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO

#### 3.4.1 Climatología

El estudio de los parámetros climatológicos para el dimensionado de la planta se ha realizado sobre la base de los valores publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (INM) y PVGIS: *Geographical Assessment of Solar Energy Resource and Photovoltaic Technology* del Joint Research Centre (EUROPEAN COMMISSION).

##### 3.4.1.1 Radiación

MES	H-Gh
ENE	1,694
FEB	2,445
MAR	3,584
ABR	4,639
MAY	5,111
JUN	5,723
JUL	6,056
AGO	5,750
SEP	4,695
OCT	3,056
NOV	1,972
DIC	1,472
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>3,850</b>

Leyenda (Base de datos PVGIS):

H-Gh: Radiación global horizontal media diaria (mensual) en (kWh/m<sup>2</sup>) para Teruel.

##### 3.4.1.2 Temperaturas

MES	T(°C)
ENE	5
FEB	6
MAR	9
ABR	12
MAY	16
JUN	20
JUL	23
AGO	24
SEP	19
OCT	14
NOV	9
DIC	6
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>13,6</b>

Leyenda (Base de datos CENSOLAR):

T: Temperatura ambiente media durante las horas de Sol en (°C) para Teruel.

### 3.4.1.3 **Vientos**

La componente predominante de los vientos en la zona es Norte-Oeste. Su intensidad y acción no se considera un factor condicionante del diseño.

### 3.4.2 **Características topográficas**

Dada la configuración de la planta fotovoltaica, el terreno no presenta obstáculos de consideración, ni ningún elemento que afecte de forma significativa sobre la distribución de la misma. Se evitan las pendientes desfavorables y se deja hueco para cultivos cercanos a la planta.

### 3.4.3 **Impacto ambiental**

Teniendo en cuenta la actividad objeto del presente proyecto y la actual utilización del terreno (en desuso), se considera que la afección sobre el suelo es compatible.

## 3.5 NORMATIVA APLICABLE

Son de aplicación en este proyecto las siguientes normativas:

- Real Decreto 2818/1998 de 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo del 2001 de la Dirección General de la Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de la producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Resolución del Ministerio de Economía del 21/05/2001, BOE del 21/06/2001.
- Condiciones técnicas que han de cumplir las instalaciones fotovoltaicas para la conexión a la red de distribución de la E.D.



- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T)
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95)
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

### 4.1 PLANTA

#### 4.1.1 Datos generales de la planta

En la tabla siguiente se muestran los principales parámetros de funcionamiento de la planta:

Potencia nominal del campo generador	158,4 kWn
Potencia pico del campo generador	176 kWp
Potencia pico de la unidad generadora (seguidor)	11 kWp
Potencia nominal de la unidad generadora	9,9 kWn
Nº unidades generadoras	16
Voltaje de línea AC, B.T	230/400V
Sistema de medida	Contador electrónico bidireccional con transformadores de intensidad, bases portafusibles e interruptor (FOTOMED 100 ERZ)

**Tabla I.** Datos básicos del campo fotovoltaico.

#### 4.1.2 Potencia pico del campo generador fotovoltaico

La planta fotovoltaica se compone de 16 unidades generadoras de 11 kWp, por lo que su potencia pico máxima es de 176 kWp.

#### 4.1.3 Potencia eléctrica nominal generada por la instalación.

Cada unidad generadora contiene tres inversores monofásicos. La potencia nominal de cada uno de los inversores es de 3,3 kWn, por lo que la potencia nominal de la instalación eléctrica de la planta, según la reglamentación vigente, es equivalente a la suma de la potencia de salida de cada una de dichas unidades monofásicas. Por tanto, la potencia total eléctrica será de 158,4 kWn ( $3,3 \text{ kW} \times 3 \times 16$ ).

#### 4.1.4 Producción eléctrica estimada

La producción anual estimada será de 3,58 MWh equivalente a 2033 kWh/kWp.

#### 4.1.5 Interespaciado de seguidores

Las unidades generadoras se distribuirán dentro del terreno disponible respetando las distancias mínimas requeridas para evitar un sombreado significativo entre ellas. Dichas distancias mínimas, considerando las pendientes del terreno natural, se han establecido como sigue:

Eje Norte-Sur: 23 metros

Eje Este-Oeste: 29 metros

La colocación de los seguidores en esta cuadrícula es en damero (filas y columnas). Durante el replanteo del proyecto se ampliarán en lo posible dichas distancias para aprovechar al máximo el terreno disponible, minimizando así la proyección de sombras entre generadores.

Se respetarán distancias adecuadas a los límites de la parcela.

#### 4.1.6 Conexión de seguidores y zonas

Los diferentes seguidores / unidades generadoras se agrupan en dos zonas de 8 seguidores (ver plano de planta).

La interconexión de la línea de medida a C.T., se diseña de forma que se optimice la relación distancia / pérdida de potencia.

La conexión entre los generadores se realiza en el embarrado de salida del subcuadro de protección de líneas del cuadro de medida en B.T, para derivar posteriormente hacia el C.T. El mismo subcuadro alberga el contador junto con los fusibles de seguridad y el interruptor de maniobra.

Para más detalle ver el plano correspondiente al esquema unifilar.

#### 4.1.7 Medida y protecciones

Existen dos zonas de 79,2 kWh. Para cada una de estas zonas se instala un contador FOTOMED 100 ERZ de Centraelectric Aragón S.L., que posee las siguientes características:

Equipo de medida B.T. para ERZ-ENDESA, según R.D. 1433/2002 del 27 de diciembre, montado en armarios de poliéster 1500x750x300, contador multifunción con registrador para clientes tipo 4, regleta de verificación, trafos de intensidad, bases portafusibles NH 250 A y bornas bimetálicas de 150 mm y salida a instalación mediante interruptor automático 4x160 A (ver planos correspondientes).

#### 4.1.8 Telecontrol de la planta

La planta dispone de un sistema de comunicación de datos en el cual se gestiona el funcionamiento de los seguidores, a la vez que permite almacenar los parámetros climatológicos básicos que pueden afectar a la producción del campo fotovoltaico, pudiendo discretizar cada variable registrable por cada unidad generadora.

Los parámetros registrables por unidad generadora, disponibles en varias escalas temporales, serán los siguientes:

- Producción energética diaria.
- Producción acumulada total.
- Velocidad del viento.
- Temperaturas de módulos y ambiental.
- Cuadro de incidencias del sistema.

Se instala una estación anemométrica para la medida de la velocidad del viento. Dicha medida se incorporará en el sistema de monitoreo y se utilizará además para colocar los seguidores en posición horizontal en caso de excesivo viento. La información obtenida se podrá publicar automáticamente en un sistema Web, accesible desde la red.

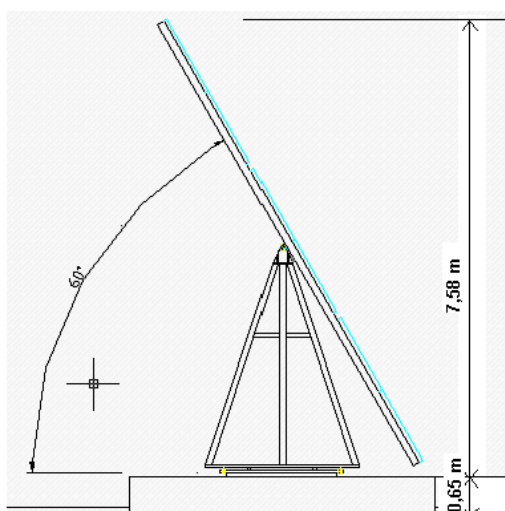
Por otra parte, durante las horas nocturnas, el seguidor se sitúa automáticamente en posición horizontal, con el fin de dificultar su sustracción.

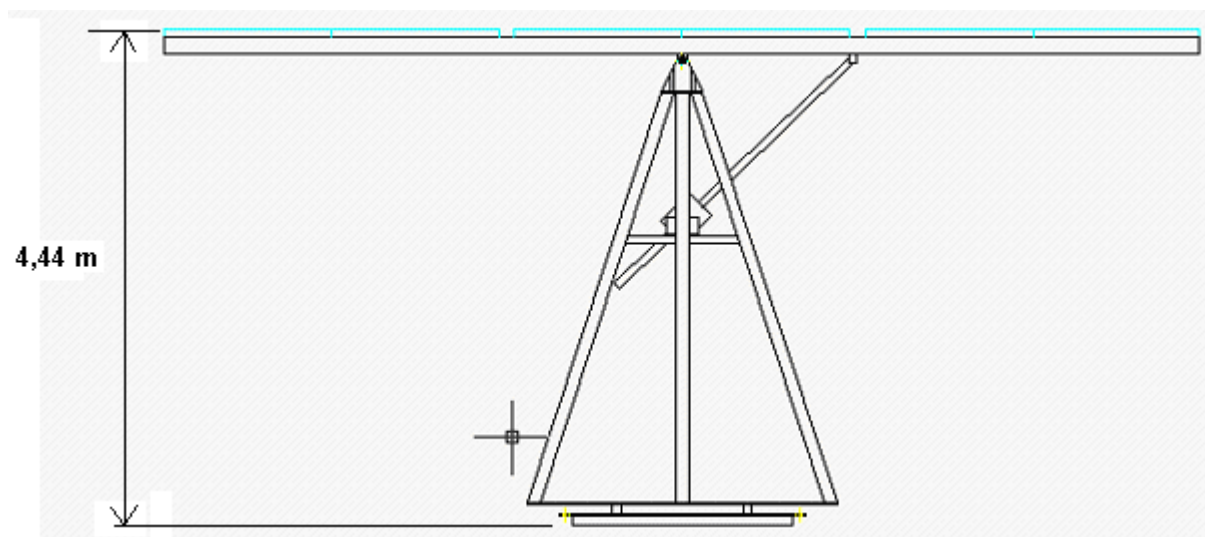
### 4.2 EQUIPOS

#### 4.2.1. Seguidor

##### 4.2.1.1 **Estructura**

Las dimensiones básicas del seguidor se muestran en el gráfico siguiente:





La estructura se ha diseñado según norma MV-103, para soportar las condiciones meteorológicas adversas con un mínimo de mantenimiento.

Para más detalle se adjunta un plano del seguidor solar.

#### 4.2.1.2 **Posicionamiento**

El sistema de tracción se compone básicamente de un reductor para el movimiento de azimut y un actuador lineal o gato mecánico para el de elevación. El acoplamiento mecánico para el movimiento de elevación es directo al plano captador, y para el azimut, se realiza mediante el ataque del piñón de salida del reductor sobre una corona tallada directamente en el rodamiento. El sistema se sustenta sobre una estructura de acero galvanizado.

Este sistema permite un margen de movimiento azimutal de  $-120^{\circ}$  a  $120^{\circ}$ , orientado a  $0^{\circ}$  (al Sur) y una inclinación de entre  $0^{\circ}$  (horizontal) y  $60^{\circ}$ .

El control del seguidor se realiza mediante autómatas con programación astronómica de la trayectoria solar a lo largo del año, para el lugar de emplazamiento de la instalación.

#### 4.2.2 **Módulos**

Cada unidad generadora consta de 50 módulos de 220 Wp de potencia marca Trina. El módulo viene etiquetado y documentado con su potencia medida en fábrica.

## TRINA TSM- P05, 200W a 220W

Módulo solar fotovoltaico

<b>Model:</b>	TSM-220
<b>Open circuit voltage Voc(V):</b>	36,8
<b>Optimum operating voltage Vm(V):</b>	29,8
<b>Short circuit current Iso(A):</b>	8
<b>Optimum operating current Im(A):</b>	7,39
<b>Maximum power Pmax(W):</b>	220
<b>Coverision efficiency (%):</b>	15,1
<b>Dimensions:</b>	1650*992*46(mm)
<b>Weight:</b>	19,5 kg

**Tabla II.** Datos básicos del módulo fotovoltaico a 25°C y 1000 W/m<sup>2</sup>.

Estos módulos están homologados según la especificación IEC 61215 de la Comisión Europea y superan en 3 veces la longevidad requerida por esta norma.

#### 4.2.3 Conexión de módulos por seguidor

El seguidor monta 10 filas de 5 módulos, en total 50 módulos.

La configuración del conexionado de los módulos para la unidad generadora descrita es la siguiente: 8 módulos se conectan en serie y dos de estas series se conectan en paralelo entre sí y el conjunto se conecta a uno de los inversores monofásicos; es decir, tendremos dos series de 8 módulos conectados en paralelo, en total 16 módulos por inversor menos en el tercer inversor que conectamos dos filas de nueve.

Esta configuración permite optimizar la producción a lo largo del día por unidad de superficie captadora y a su vez garantiza que la máxima tensión en corriente continua alcanzable no sea superior a 294,4 V en circuito abierto y 238,4 V a máxima potencia (a 1000 W/m<sup>2</sup> de Irradiancia y una temperatura de celda de 25 °C).

La interconexión de los módulos se realiza con cable unipolar de 1 x 2.5 mm<sup>2</sup>, tipo multicontac para intemperie y con resistencia a la insolación, a los conductores de protección que se conectarán a cada uno de los bloques de módulos.

#### 4.2.4 Inversor

El equipo convertidor se compone de tres unidades monofásicas, unidas posteriormente con el fin de dar una salida trifásica.



Las características básicas del inversor se muestran en la tabla siguiente:

	SB 3300
<b>Parámetros de entrada</b>	
Potencia máxima de CC ( $P_{CC, max}$ )	3820 W
Tensión máxima de CC ( $U_{CC, max}$ )	500 V
Rango de tensión fotovoltaica, MPPT ( $U_{MPP}$ )	200 V - 500 V
Máx. corriente de entrada ( $I_{PV, max}$ )	20 A
Factor de distorsión de CC ( $U_{SS}$ )	< 10 %
Número máx. de Strings (en paralelo)	3
Dispositivo separador de CC	Conector, ESS
Varistores con control térmico	sí
Vigilancia de contacto a tierra	sí
Protección contra polarización inversa	Diodo de cortocircuito
<b>Salida</b>	
Potencia máxima de CA ( $P_{CA, max}$ )	3600 W
Potencia nominal de CA ( $P_{CA, nom}$ )	3300 W
Coefficiente de distorsión no lineal de la corriente de red	< 4 %
Tensión nominal de CA ( $U_{CA, nom}$ )	220 V - 240 V
Frecuencia nominal de CA ( $f_{CA, nom}$ )	50 Hz / 60 Hz
Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )	1
Resistencia al cortocircuito	sí, regulación de corriente
Conexión a red	Conector de CA
<b>Coefficiente de rendimiento</b>	
Coefficiente de rendimiento máx.	95,2 %
Rendimiento europeo	94,4 %
<b>Grado de protección según DIN EN 60529</b>	IP65
<b>Parámetros mecánicos</b>	
Ancho / alto / fondo (mm)	450 / 352 / 236
Peso	41 kg

**Talla III.** Características básicas del inversor.

El equipo convertidor está adaptado a los requisitos de vigilancia de red y de aislamiento galvánico que requiere la normativa española.

#### 4.2.5 Equipos eléctricos en el seguidor

Se dispone de un armario de distribución por seguidor, totalmente metálico y equipado con los siguientes elementos:

- Autómata de control de posición.
- Interfaz hacia un registrador de datos.
- Protecciones de sobre tensión para cable de comunicación clase II.
- Punto de habilitación CC en cada inversor.
- Conductores flexibles para potencia, para la derivación a tierra y el bus entre la caja de conexiones y el armario de distribución.
- Conexiones de tierra.
- Ventiladores adicionales.
- Bornas, conexiones, etc.

Nota: El inversor se coloca en intemperie.

#### 4.2.6 Conexión seguidor - subterráneo

La caja de conexiones - protección existente para cada unidad seguidora, cumple con la función de la conexión de las líneas subterráneas con los conductores flexibles (entre esta y el cuadro del seguidor), para asegurar que el movimiento del seguidor no afecte a las líneas eléctricas. Además alberga los elementos de protección y corte: PIA y diferencial.

Interiormente dispone de los elementos necesarios para realizar las conexiones entre los diferentes tipos de cables y las protecciones indicadas.

#### 4.2.7 Interruptor automático (ICP)



Compact NS equipado de contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes.

Introducimos en el tramo interconexión de seguidores y armario de medida un interruptor automático que actúa como ICP, que está situado en el módulo (ART-57 de Uriarte) llamado armario de protección magneto-diferencial donde se encuentra, también, el vigilante de red y, que está colocado junto al armario de medida.



El interruptor automático es un Merlín Gerin NS160-N de calibre 160 con bloques de rele electrónico. Su función en la instalación es limitar en un 102 % la corriente generada a verter a la red. Sus características eléctricas son las siguientes:

características eléctricas		
	mando eléctrico	contactos
tiempo de respuesta (ms)	apertura cierre	< 500 < 80
máxima cadencia de maniobra		4 ciclos/minuto
tensión de mando (V) CA 50/60 Hz		220/240 <sup>(1)</sup>
consumo (VA)	apertura cierre	≤ 500 ≤ 500
compatibilidad electromagnética		
descargas electrostáticas (UNE-EN 61004-2)	Nivel 3	Nivel 3
susceptibilidad irradiación (UNE-EN 61004-3)	Nivel 3	Nivel 3
suscept. débil conducción de energía (UNE-EN 61004-4)	Nivel 4	Nivel 4
suscept. fuerte conducción de energía (UNE-EN 61004-5)	Nivel 4	Nivel 4

**Tabla IV.** Características interruptor automático Merlín Gerin NS160-N.

#### 4.2.8 Supervisor de red

El supervisor de red que se coloca es el PM820 POWERLOGIC de Merlin Gerin, que posee las siguientes características:

Características eléctricas		
Tipo de medida		Verdadero valor eficaz hasta el armónico 63 En red alterna trifásica (3P, 3P+N) 128 muestras por ciclo
Precisión de la medida	Intensidad y tensión	±0,075 % del valor leído + ±0,025 % del F.E.
	potencia	±0,075 % del valor leído + ±0,025 % del F.E.
	frecuencia	±0,1 Hz de 45 a 67 Hz ±0,01 Hz de 350 a 450 Hz
	energía	
	PM810 PM820 y PM850	IEC 61036 Clase 1 IEC 60687 y ANSI C12.20 Clase 0.5S
Periodo de refresco		1 s
Características de la entrada de tensión	tensión de medida	0 a 600 Vca (directo F-F) 0 a 347 Vca (direct F-N) 0 a 1.200 kVca (con transf. de tensión externo)
	rango de medida	0 a 1,5 Un
	impedancia	2 MΩ F-F / 1 MΩ F-N
	rango de medida en frecuencia	45 a 67 Hz y 350 a 450 Hz
	calibres de los TC	Regulable de 5 A a 32.000 A
Características de la entrada de intensidad	rango de medida	0 a 10 A
	sobrecarga admisible	15 A en continuo 50 A durante 10 segundos por hora 500 A durante 1 segundo per hora
	impedancia	< 0,1 Ω
	carga	< 0,15 VA
	alimentación	
Alimentación	alterna	90 a 457 Vca, 11 VA
	continua	100 a 300 Vcc, 6 W
	tiempo de mantenimiento	45 ms a 120 Vca
Entradas/Salidas	Salida de impulsos	Salida estática (3 Vca/cc a 240 Vca max o 300 Vcc max., 100 mA max. a 25 °C) 1350 V rms aislamiento
	Entrada de estado	1 entrada digital (20-138 Vca/cc), 5 mA max. carga
Características mecánicas		
Peso		0,6 kg
Grado de protección IP (IEC 60529)		IP52
Dimensiones		210 x 105 x 143 mm
Condiciones ambientales		
Temperatura de funcionamiento	Medidor	-25 °C a +70 °C <sup>(1)</sup>
	Pantalla	-10 °C a +50 °C
Temperatura de almacenamiento		-40 °C a +85 °C
Calor húmedo		5 a 95% HR a 40 °C (sin condensación)
Grado de contaminación		2
Categoría de instalación		III, para sistemas de distribución hasta 347 V F-N / 600 Vca F-F
Resistencia dieléctrica		Según EN61010, UL508
Compatibilidad electromagnética		
Inmunidad a las descargas electrostáticas		Nivel 3 (IEC 61000-4-2)
Inmunidad a los campos radiados		Nivel 3 (IEC 61000-4-3)
Inmunidad a los transitorios rápidos		Nivel 3 (IEC 61000-4-4)
Inmunidad a las ondas de choque		Nivel 3 (IEC 61000-4-5)
Inmunidad conducida		Nivel 3 (IEC 61000-4-6)
Inmunidad a los campos magnéticos		Nivel 3 (IEC 61000-4-8)
Inmunidad contra huecos de tensión		Nivel 3 (IEC 61000-4-11)
Emisiones radiadas y conducidas		CE para ambientes industriales/FCC parte 15 clase A EN55011
Emisiones de armónicos		IEC 61000-3-2
Emisiones Flicker		IEC 61000-3-3

<sup>(1)</sup> 65 °C si la alimentación auxiliar sobrepasa los 305 Vca.



<b>Seguridad</b>	
Europa	CE, según IEC 61010
U.S. y Canadá	UL508
<b>Comunicación</b>	
Puerto RS-485	2-hilos, hasta 38.400 baudios, ModBus
<b>Características del Firmware</b>	
Registros de datos	<b>PM820 y PM850 (opcional en PM810)</b> 1 registro de tarificación (predefinido) 1 registro personalizable (preconfigurado de fábrica) <b>Sólo PM850</b> 2 registros personalizables adicionales  Hasta 97 parámetros distintos por almacenamiento, máximo de 5.000 registros por almacenamiento. Intervalo de 1 a 1.440 min.
1 registro min./max.	Menor mínimo y mayor máximo con indicación de fase para Tensiones, Intensidades, desequilibrios de Tensión, y THD. Valores mínimo y máximo para factor de potencia (Verdadero y Desplazado), potencia (P,Q,S) y frecuencia
1 registro de incidencias	Fechado (time stamping) hasta 1 segundo
Curvas de tendencia (sólo PM850)	Cuatro curvas de tendencia: 1 minuto, 1 hora, 1 día y 1 mes. Valores min./max./med. grabados para ocho parámetros: - cada segundo durante un minuto para la curva de 1-minuto - cada minuto durante una hora para la curva de 1-hora - cada hora durante un día para la curva de 1-día - cada día durante un mes para la curva de 1-mes
Predicciones (sólo PM850)	Predicción de los valores para los ocho parámetros con curvas de tendencia para las siguientes cuatro horas y los siguientes cuatro días
Captura de onda (sólo PM850)	Hasta 5 capturas Captura manual o por alarma, 3 ciclos. 128 muestras/ciclos en 6 canales configurables
Alarmas	Valores de activación, desactivación y tiempos de retardo configurables, varios niveles de activación posibles para un determinado tipo de alarma Cuatro niveles de prioridad configurables Tiempo de respuesta: 1 segundo Posible combinación booleana de hasta cuatro alarmas usando los operadores NAND, OR, NOR y XOR en PM850  Alarmas digitales (como transición de entradas digitales)
Memoria disponible para registros y capturas de onda	80 Kbytes en PM820 800 Kbytes en PM850
Actualización de firmware	A través de los puertos de comunicación
<b>Características de la pantalla</b>	
73 x 69 mm	LCD retroiluminada (6 líneas en total, 4 valores concurrentes)
Idiomas	Francés, Inglés, Español

**Tabla V.** Características del controlador programable.

Este aparato cumple con las exigencias de ENDESA en cuanto a las protecciones de máxima y mínima tensión y frecuencia. Además se añade al supervisor de red una protección de desequilibrio de intensidad consistente en la colocación de un toroidal en cada fase, que actúa sobre un contactor. Dicha protección está ajustada al 10% de la potencia nominal (79,2 kW) y una temporización de 10s y que, por tanto, cumple también con las exigencias de ENDESA.

## 4.3 OBRA CIVIL

### 4.3.1 Movimiento de tierras

El presente proyecto contempla los siguientes capítulos:

- Limpieza y adecuación del terreno.
- Excavación de zanjas y pozos, con medios mecánicos y acopio en terreno propio.
- Relleno y compactación por capas a las zonas necesarias con material seleccionado de la propia excavación.

#### 4.3.2 Cimentaciones

La cimentación se realiza en base a una zapata cilíndrica de hormigón armado tipo HA-25, de 4 metros de diámetro y una altura de 0,6 metros con una capa de asiento previa de grava u hormigón de limpieza y su armado correspondiente.

Se disponen 20 pernos de anclaje roscados que sobresaldrán de la superficie de la zapata, para el posicionamiento del seguidor sobre la cimentación.

El detalle se muestra en el plano correspondiente a cimentaciones tipo.

#### 4.3.4 Cierre perimetral

Se coloca un vallado de 2 metros de altura de malla galvanizada, a lo largo del perímetro de la planta fotovoltaica dejando libre acceso a la compañía suministradora.

### 4.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 4.4.1 Conexiones eléctricas

##### 4.4.1.1 **Conexión entre módulos**

La interconexión de los módulos se realiza con cable unipolar de 1 x 2.5 mm<sup>2</sup>, tipo multicontac para intemperie y con resistencia a la insolación, a los conductores de protección que se conectarán a cada uno de los bloques de módulos. La caída de tensión máxima admisible en el lado DC es de 1%.

##### 4.4.1.2 **Conexión seguidor-módulo de interconexión**

En el tramo comprendido entre el seguidor y el módulo de interconexión se utilizará cableado trifásico con neutro de secciones 4x6, 4x10, 4x16 ó 4x25 de Cu, según distancias (ver esquema unifilar).

Para el cálculo de los conductores de potencia se han seguido las siguientes directrices de diseño:

- Intensidad máxima admisible por los conductores: según las indicaciones del REBT para cada tipo de conductor y el tipo de la canalización.
- Caída máxima de tensión admisible: se considera una c.d.t. máxima de 2 %, para el tramo desde cada seguidor al C.T.
- Capacidad de cortocircuito: la curva de fusión del conductor ha de ser más alta que la de las protecciones térmicas.

#### 4.4.1.3 **Conexión módulo de interconexión-armario de medida**

En el tramo comprendido entre el módulo de interconexión y el armario de medida, se utilizará cableado trifásico con neutro de diferentes secciones con una sección mínima de 10 mm<sup>2</sup>, según distancias.

El cable a utilizar hasta el Armario de medida será de la sección adecuada y del tipo RZ1-K 0,6/1 kV (Cu) flexible o equivalente (ver esquema unifilar).

Para el cálculo de los conductores de potencia se han seguido las siguientes directrices de diseño:

- Intensidad máxima admisible por los conductores: según las indicaciones del REBT para cada tipo de conductor y el tipo de la canalización.
- Caída máxima de tensión admisible: se considera una c.d.t. máxima de 2 %, para el tramo desde cada seguidor al C.T.
- Capacidad de cortocircuito: la curva de fusión del conductor ha de ser más alta que la de las protecciones térmicas.

#### 4.4.1.4 **Conexión armario de medida-C.T.**

Para este tramo utilizaremos cable trifásico con neutro de secciones 3x95/50 mm<sup>2</sup> de Al. El cable a utilizar hasta el C.T. será de la sección adecuada y del tipo RZ1-K 0,6/1 kV (Al) flexible o equivalente (ver esquema unifilar).

Para el cálculo de los conductores de potencia se han seguido las siguientes directrices de diseño:

- Intensidad máxima admisible por los conductores: según las indicaciones del REBT para cada tipo de conductor y el tipo de la canalización.
- Caída máxima de tensión admisible: se considera una c.d.t. máxima de 2 %, para el tramo desde cada seguidor al C.T.
- Capacidad de cortocircuito: la curva de fusión del conductor ha de ser más alta que la de las protecciones térmicas.

#### 4.4.1.5 **Conductores de tierras**

La instalación posee un sistema de tierras que garantiza contacto eléctrico entre las masas de la instalación. La resistencia será inferior a 10 Ω. Para esto se conectarán picas de Cu de 2 m unidas con cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>. Habrá que conectar las picas necesarias para conseguir la resistencia indicada.

En este punto, cabe destacar, que se van a realizar dos tomas de tierra:

1. Lado DC. El cable principal de puesta a tierra del lado DC del generador tendrá una sección de  $16 \text{ mm}^2$  y será de cobre aislado (ITC-BT-18).
2. Lado AC. Se instalará un conductor principal de tierra desde la toma de tierra hasta el cuadro de protección, que alimentará los cables de protección que se conectarán a cada uno de los inversores. Este cable tendrá una sección de  $35 \text{ mm}^2$ , protegido contra la corrosión. Las derivaciones a cada uno de los inversores tendrá una sección de  $10 \text{ mm}^2$ .

#### 4.4.1.6 **Conductores de señales de control**

En la planta se instalará una serie de sensores que realizarán la tarea de adquisición de datos climatológicos y de generación en la planta. La comunicación entre estos equipos se realizará con cable de 4 pares de conductores (RS 485), apantallados y preparados para la conexión con terminales RJ45.

#### 4.4.2 **Protecciones**

Los elementos de protección se calculan para la protección general de la instalación eléctrica en caso de ocurrir alguna sobrecarga o cortocircuito. Cada uno de los circuitos se protege con una protección magnetotérmica, de tal forma que la curva de disparo (tipo C) de cada dispositivo sea más rápida que la curva de fusión del cable del circuito al que protege. Además se tiene en cuenta, que las protecciones aguas abajo tengan una curva de disparo más rápida, de tal forma que se asegure el disparo de las protecciones aguas abajo antes de las protecciones aguas arriba (Selectividad).

Se instala también un diferencial de la intensidad adecuada y 30 mA de sensibilidad.

##### 4.4.2.1 **Sobreintensidades**

A la salida del inversor el generador incorpora un PIA de 20 A, y curva de disparo tipo C,  $I_{cc}=6 \text{ kA}$ .

En el módulo de interconexión existen magnetotérmicos de 20 A tetrapolares. A la entrada del cuadro de contadores (aguas abajo) se instalará un fusible de 250 A y, finalmente, se colocará un seccionador de 160 A (ver esquema unifilar correspondiente).

##### 4.4.2.2 **Choque eléctrico a personas**

Para evitar descargas eléctricas sobre personas que puedan llegar a ser peligrosas se adoptarán dos medidas:

- En el lado DC la instalación se deja flotante respecto a tierra, y se complementa con la instalación de materiales clase II y un vigilante de aislamiento que detecte cualquier fallo a tierra entre alguno de los polos y masa.

- En el lado AC se instalará un interruptor diferencial de 30 mA, de 25 A.

El lado AC está aislado del DC mediante transformador de aislamiento incorporado al inversor electrónico.

Como medida de protección complementaria de las personas frente a choques eléctricos, se instala una toma de tierra para conectar a tierra las masas metálicas de todos los equipos. De esta forma se evita que aparezcan sobretensiones inducidas entre éstas y tierra, que puedan ser peligrosas para las personas.

#### 4.4.2.3 **Sobretensiones en la red**

Los generadores llevan incorporados varistores que protegen a los equipos electrónicos frente a sobretensiones producidas por la red eléctrica o inducidas por descargas atmosféricas. Estos varistores se instalarán externamente solamente en la línea de adquisición de datos (RS485).

#### 4.4.2.4 **Funcionamiento en isla**

En este punto cabe destacar que cada equipo inversor lleva incorporadas unas protecciones de no funcionamiento en isla. Esto quiere decir que cuando exista un corte en la red eléctrica, por avería o provocado manualmente para hacer operaciones de mantenimiento en la línea o centro de transformación, se asegure que la planta no generará energía que pueda provocar la circulación de una corriente de retorno. Para ello, cada inversor dispone de una protección frente a tensión, frecuencia y corriente fuera de márgenes.

#### 4.4.3 **Medida**

La instalación funciona como una central generadora de energía eléctrica que la inyectará en la red cuando haya insolación. Por otro lado también existen pequeños consumos de energía en periodos nocturnos (equipos electrónicos....). Para poder hacer la medida de la energía entregada y consumida se instalan contadores bidireccionales que registran energía consumida, entregada, reactiva y activa, además de otros parámetros.

La potencia mínima de la instalación es la de 8 seguidores, 79,2 kWn por lo que el contador a instalar es trifásico bidireccional. También se pondrán transformadores de medida.

El contador que se instala cumple con las normas nacionales y particulares de Endesa.

## 4.5 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED EN BAJA TENSIÓN

### 4.5.1 Condiciones técnicas de carácter general

Al caso que nos ocupa es de aplicación el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre.

Todos los equipos de medida y protección, asociados al punto de interconexión, se ubican en armarios independientes, dentro del mismo recinto, dedicado a la centralización de contadores o de libre acceso las 24 horas del día, 365 días al año.

El buen comportamiento de los onduladores a instalar, junto con las protecciones de la interconexión, garantizan, en condiciones de funcionamiento normal, la ausencia de averías en la red, de alteraciones en la misma o de la disminución de su seguridad.

Las protecciones de los onduladores garantizan la desconexión total de la instalación en caso de corte de suministro eléctrico.

### 4.5.2 Condiciones específicas de interconexión

La conexión a la red se hace de forma trifásica combinando los inversores monofásicos (con salida 220 V) en un sistema trifásico equilibrado.

Los inversores que se instalarán tienen un factor de potencia cercano a la unidad. Este valor se puede ver ligeramente modificado en momentos de baja insolación, pero nunca por una variación superior al 3%. De esta forma se puede afirmar que la central estará trabajando la mayor parte del tiempo con factores de potencia superiores a 0,97.

### 4.5.3 Medidas y facturación

Como sistema de medida se instalan contadores trifásicos bidireccionales de cuatro cuadrantes de tipo electrónico y lectura directa y/o indirecta. El contador está homologado por la compañía y permite la lectura "in situ" de la energía producida, la consumida y la reactiva en ambos sentidos. El contador dispone del correspondiente certificado de conformidad de las normas UNE-EN-60687 y UNE-EN 61268 para el de reactiva.

### 4.5.4 Protecciones

Las protecciones individuales de cada ondulator, controladas por su propio software y accionadas sobre relés internos, garantizan la protección de la planta frente a fallos o valores anormales en la red eléctrica. Estas protecciones también incluyen aviso por fallo de aislamiento en el circuito DC. Las protecciones actúan cuando los valores de red están fuera de los siguientes valores: Tensión: 1,1 y 0,85 V<sub>n</sub>. Frecuencia: 49 y 51 Hz.

Cuando ocurre una incidencia, los onduladores no volverán a reconectar hasta que hayan transcurrido 3 minutos (programable) con la situación normalizada.

#### 4.5.5 Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se realiza sobre una toma de tierra unida al circuito general del centro, el cual es independiente del sistema de tierras de la compañía distribuidora.

El aislamiento galvánico entre el generador fotovoltaico y la red de distribución está asegurado a través de los onduladores, los cuales disponen de un transformador clase II que cumple la normativa EN 60742.

#### 4.5.6 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Los onduladores a instalar tienen un nivel total de armónicos inferior al 2%, característica que lo hace perfectamente cualificado para cumplir todos los requerimientos exigidos por cualquier normativa. El fabricante posee certificación CE y los onduladores cumplen con múltiples directivas y normativas europeas y españolas.

### 5. EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA A LA CIA. ELÉCTRICA

Las instalaciones necesarias para la evacuación de la energía a la red, no forma parte del objeto de este proyecto, por lo que no se hace sino nombrar su existencia sin entrar en más detalles. La descripción de las instalaciones de evacuación se hará en proyecto a parte. La evacuación de la energía generada se entrega a un centro de transformación de 380/400 V a media tensión 20 kV. De aquí se enlaza con el punto de conexión en la red de Endesa mediante una línea subterránea.

### 6. DIMENSIONADO DE LA PLANTA

#### 6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

##### 6.1.1 Radiación local disponible

En la siguiente tabla se pueden consultar los valores de radiación media mensual sobre un plano horizontal, para cada mes del año en Teruel:

MES	H-Gh
ENE	1,694
FEB	2,445
MAR	3,584
ABR	4,639
MAY	5,111
JUN	5,723
JUL	6,056
AGO	5,750
SEP	4,695



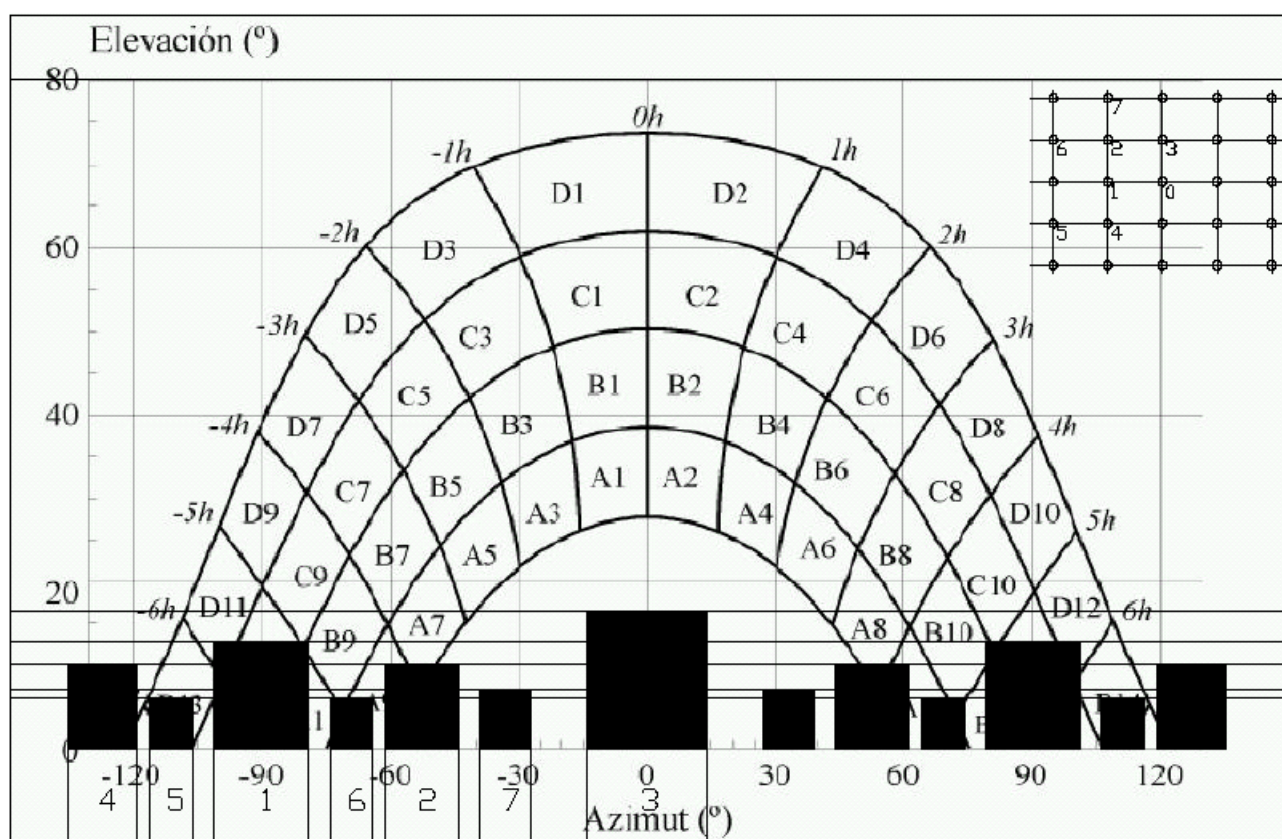
OCT	3,056
NOV	1,972
DIC	1,472
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>3,850</b>

### 6.1.2 Sombras

Debido a que no existen edificaciones, los árboles están lejanos, ni ningún otro obstáculo cercano, no existirán sombras debidas a agentes externos a la planta.

Por otra parte si es previsible la existencia de sombras debidas a otros seguidores, por lo que es necesario minimizar su efecto a valores adecuados. Se limitan las perdidas por sombras a un valor inferior al 3 %. Para conseguir esto se determina que las distancias entre seguidores deben ser de 29 m en el eje Este-Oeste y 23 m en el eje Norte-Sur.

En el siguiente gráfico se muestran las sombras creadas por los seguidores entre ellos:



### 6.1.3 Generación

La estimación de la producción de energía se realiza en base a la radiación solar disponible, a la media de temperatura ambiente y las curvas características de los módulos fotovoltaicos.



La producción fotovoltaica se considera que se realiza cerca del punto de máxima potencia, gracias a la presencia del seguidor del punto de máxima potencia del que disponen los onduladores/inversores. No obstante, se debe tener en cuenta una serie de pérdidas asociadas a:

- Descenso en la potencia real de los módulos.
- Pequeñas desviaciones respecto del punto de máxima potencia.
- Pérdida de rendimiento de los módulos por temperatura.

Por otro lado, se aplican una serie de pérdidas suplementarias debidas a:

- Cableado.
- Rendimiento de los onduladores.
- Sombras.
- Suciedad.

De acuerdo con el estudio realizado, los principales resultados del balance energético que se prevén en la instalación son los siguientes:

Variable	Valor
Producción fotovoltaica anual neta	3,58 MWh
Producción obtenida	2033 kWh/kWp

## 6.2 DIMENSIONADO PORMENORIZADO ELÉCTRICO

### 6.2.1 Armario de medida

Se dispone de un armario de medida que albergará el equipo de medida. Las dimensiones del armario son de 1,500 m de alto y 0,750 m de ancho. Los contadores se colocarán en las inmediaciones del C.T.

### 6.2.2 Cableados

Todos los cableados se realizan en cobre de diferentes secciones.

La siguiente tabla resumen refleja los diferentes conductores adoptados y sus caídas de tensión. Para el caso de la conexión entre seguidores y medida únicamente se reflejan los resultados para el caso de mayor distancia para cada una de las secciones empleadas:

	Tramo	Sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Intensidad (A)	Potencia (kW)	Voltaje (V)	$\Delta V_{TOTAL}$ máx. (%)
<b>CONTINUA</b>	<b>Módulos-inversor</b>	2,5 y 6	25	6,97	3,2	229,6	≈ 1
<b>ALTERNA</b>	<b>Seguidor-Módulo Inter.</b>	4x25	86	14,29	9,9	400	1,321
		4x16	76	14,29	9,9	400	1,901
		4x10	53	14,29	9,9	400	1,907

		4x6	30	14,29	9,9	400	1,874
	<b>Módulo Inter.- Medida</b>	3x95/50	110	114,32	79,2	400	1,321
	<b>Medida-C.T.</b>	3x95/50 Al	20	114,32	79,2	400	0,298

**Tabla VI.** Características en el tramo Seguidor-C.T.

Para más detalles ver el anexo de cálculos eléctricos.

### 6.2.3 Cableados de tierras

Para asegurar un buen contacto con la tierra de las masas de la instalación, se procede a obtener un sistema de tierra cuya resistencia sea inferior a 10  $\Omega$ . Para ello se utilizan picas de cobre de 2 metros de longitud, unidas entre ellas por un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de diámetro. Se conectarán tantas picas como sean necesarias, para asegurar que la resistencia a tierra del conjunto sea inferior a estos 10  $\Omega$ .

Se instalará una toma de tierra por cada uno de los seguidores. Estas tomas deberán ser independientes entre sí, para ello se tienen que colocar a una distancia mínima de:

$$D = \frac{p \times Id}{2 \times \pi \times 1000} = \frac{200 \times 210}{2 \times 3,14 \times 1000} = 6,68 \text{ m}$$

En cada uno de los armarios de medida y módulos de interconexión también se debe instalar una toma de tierra con las mismas características.

Se coloca además un interruptor diferencial en la alimentación de cada ondulator con una sensibilidad de 30 mA, para asegurar la protección de las personas frente a derivaciones a tierra. La protección es mayor que en locales húmedos. Lo podemos comprobar mediante el siguiente cálculo:

- Tensión de seguridad= 24 V (peor caso locales húmedos).
- Intensidad máxima sin que salte la protección diferencial.
- Resistencia a tierra= 10  $\Omega$

$$Vd = Is \times Rt = 0,030 \times 10 = 0,3 \text{ V}$$

Se van a realizar dos tomas de tierra, que irán a la misma puesta a tierra:

- 1- Lado DC. Se instalará un conductor desde la toma de tierra (línea principal tierra) el cual alimentará a los conductores de protección que se conectarán a cada uno de los bloques de módulos. Se interconectarán con cable de cobre aislado de 16 mm<sup>2</sup> y será de cobre aislado (ITC-BT-18).
- 2- Lado AC. Se instalará un conductor principal de tierra desde la toma de tierra hasta el cuadro de protección, que alimentará los cables

de protección que se conectarán a cada uno de los onduladores. Este cable tendrá una sección de 16 mm<sup>2</sup>. Las derivaciones a cada uno de los inversores tendrá una sección de 10 mm<sup>2</sup>.

El centro de transformación dispondrá de las tierras pertinentes definidas en su proyecto.

#### 6.2.4 Elementos de corte y protección

##### 6.2.4.1 **Protecciones en corriente continua**

Se instalarán fusibles seccionables en cada una de las ramas que llegan a cada ondulator, con fusibles de 10 A de corriente nominal. Debido a la baja corriente de cortocircuito que pueden generar los subcampos fotovoltaicos, no sería necesaria la colocación de protección alguna frente a sobrecargas o cortocircuitos en el lado de continua.

##### 6.2.4.2 **Protecciones en corriente alterna**

A la salida de cada ondulator se instalará un PIA de 25 A y curva de disparo tipo C. En el módulo de interconexión existen magnetotérmicos de 20 A tetrapolares.

En la entrada del armario de medida (aguas abajo) se instalarán fusibles de 250 A, en cada fase de unidad generadora, que protegerá la acometida principal que alimenta el centro de transformación.

Existe un supervisor de red/controlador programable que actúa sobre un contactor y que limita la mínima y máxima tensión entre fases y, también, la frecuencia de la red. Finalmente se instalarán fusibles-seccionador de 160 A de intensidad nominal.

##### 6.2.4.3 **Protecciones frente a choques eléctricos**

En el lado DC la instalación se deja flotante respecto a la tierra. En el lado AC se instalará un interruptor diferencial de 30 mA. El lado AC está aislado del DC con transformador de aislamiento en el inversor.

Como medida de protección complementaria de las personas frente a choques eléctricos, se instalará una toma de tierra ya descrita en capítulos anteriores.

##### 6.2.4.4 **Protecciones frente a sobretensiones**

Se instalarán varistores que protejan a los equipos electrónicos frente a sobretensiones producidas por la red eléctrica o por descargas atmosféricas. Estos varistores se instalarán externamente en contadores, inversores y líneas de transmisión de datos (RS485).

#### 6.2.4.5 **Protecciones frente a funcionamiento en isla**

Cada equipo inversor lleva incorporadas unas protecciones de no funcionamiento en isla. Esto es, cuando exista un corte en la red eléctrica por avería o provocado manualmente para hacer operaciones de mantenimiento en la línea o centro de transformación, el inversor cortará la conexión con la línea de AC. El inversor también retarda su reconexión hasta tres minutos después de haberse recuperado las condiciones nominales en la red eléctrica.



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

ANEXO CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

## 7. ANEXO DE CÁLCULOS

### Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{Voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I[(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{Voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

## Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

$I_{pccI}$ : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U$ : Tensión trifásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U_F$ : Tensión monofásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

$R_t$ :  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t$ :  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

$R$ : Resistencia de la línea en mohm.

$X$ : Reactancia de la línea en mohm.

$L$ : Longitud de la línea en m.

$C_R$ : Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

$t_{mcicc}$ : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$ = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$I_{pcc} F$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

$t_{ficc}$ : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

$U_F$ : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$X_u$ : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$ : Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$ : Es el coeficiente de resistencia.

$I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

\* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B                       $IMAG = 5 I_n$

CURVA C                       $IMAG = 10 I_n$

CURVA D Y MA               $IMAG = 20 I_n$

## Red Baja Tensión 1

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 2

$\cos \varphi$  : 1

Coef. Simultaneidad: 1



Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 2

### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m <sup>2</sup> /m)	Canal./Aislam/Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
Lin1	Inter.	Seg1	86	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x25	120/0,8	90
Lin2	Inter.	Seg2	63	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x16	92/0,8	90
Lin3	Inter.	Seg3	53	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x10	70,4/0,8	90
Lin4	Inter.	Seg4	40	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x10	70,4/0,8	90
Lin5	Inter.	Seg5	30	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x6	52,8/0,8	90
Lin6	Inter.	Seg6	40	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x10	70,4/0,8	90
Lin7	Inter.	Seg7	30	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x6	52,8/0,8	90
Lin8	Inter.	Seg8	53	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Tetra.	14,29	16	25/30	4x10	70,4/0,8	90
Int.-Med	Inter.	Medida	110	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	-114,32	125		3x95/50	268/0,8	160
Med-C.T.	Medida	C.T.	20	Al	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	-114,32	125		3x95/50	208/0,8	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
Inter.	-5,285	394,715	1,321	0 A(0 kW)
Seg1	-6,805	393,195	1,701	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg2	-7,025	392,975	1,756	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg3	-7,627	392,373	1,907*	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg4	-7,053	392,947	1,763	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg5	-7,495	392,505	1,874	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg6	-7,053	392,947	1,763	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg7	-7,495	392,505	1,874	-14,29 A(-9,9 kW)
Seg8	-7,627	392,373	1,907	-14,29 A(-9,9 kW)
Medida	-1,191	398,809	0,298	0 A(0 kW)
C.T.	0	400	0	114,319(79,2 kW)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

## Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF(A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
Lin1	Inter.	Seg1	4,27	4,5	806,62	19,64		16; B,C,D
Lin2	Inter.	Seg2	4,27	4,5	738,51	9,6		16; B,C,D
Lin3	Inter.	Seg3	4,27	4,5	599,41	5,69		16; B,C,D
Lin4	Inter.	Seg4	4,27	4,5	730,74	3,83		16; B,C,D
Lin5	Inter.	Seg5	4,27	4,5	625,38	1,88		16; B,C,D
Lin6	Inter.	Seg6	4,27	4,5	730,74	3,83		16; B,C,D
Lin7	Inter.	Seg7	4,27	4,5	625,38	1,88		16; B,C,D
Lin8	Inter.	Seg8	4,27	4,5	599,41	5,69		16; B,C,D
Int.-Med	Inter.	Medida	7,75	50	2.126,5	40,81	0,708	125
Med-C.T.	Medida	C.T.	9,02	50	3.861,54	5,35	0,215	125



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

PLIEGO DE CONDICIONES

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

## 8. PLIEGO DE CONDICIONES

### 8.1 CONDICIONES GENERALES

#### 8.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

#### 8.1.2. Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de baja tensión. Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

#### 8.1.3. Disposiciones generales

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

##### 8.1.3.1. **Condiciones facultativas legales**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75 de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70 de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre, B.O.E. nº 242 de fecha 9 de octubre de 1973 y Real Decreto 2295/1985 de 9 de octubre, B.O.E. nº 279 de 12 de diciembre de 1985).

f) Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

#### 8.1.3.2. **Seguridad en el trabajo**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### 8.1.3.3. **Seguridad pública**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máxima en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### 8.1.4. Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### 8.1.4.1. **Datos de la obra**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

##### 8.1.4.2. **Replanteo de la obra**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

##### 8.1.4.3. **Mejoras y variaciones del proyecto**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### 8.1.4.4. **Recepción del material**

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### 8.1.4.5. **Organización**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro del estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### 8.1.4.6. **Ejecución de las obras**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor del dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### 8.1.4.7. **Subcontratación de obras**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de su obligación respecto al Contratante.

#### 8.1.4.8. **Plazo de ejecución**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato. Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### 8.1.4.9. **Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista,



dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### **8.1.4.10. Periodos de garantía**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### **8.1.4.11. Recepción definitiva**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### **8.1.4.12. Pago de obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### 8.1.4.13. **Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### 8.1.5. Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta del que Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### 8.2 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### 8.2.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

#### 8.2.2. Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

#### 8.2.3. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### 8.2.3.1. **Trazado**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

#### 8.2.3.2. **Apretura de zanjas**

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

### 8.2.3.3. **Canalización**

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo del número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm, en el caso de B.T., se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

#### 8.2.3.3.1. **Zanja**

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

##### 8.2.3.3.1.1. **Cable directamente enterrado**

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

#### **8.2.3.3.1.2. Cable entubado**

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable

de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables, se cubrirán con los materiales necesarios.

#### 8.2.3.3.2. **Cruzamientos y paralelismos**

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m. Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m para gaseoductos.
- 0,30 m para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenido en una protección de no más de 100 m.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, media en proyección horizontal. Dicho tubo de

hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en cables interurbanos o a 0,30 m en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m respecto del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables a la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

#### **8.2.3.4. Transporte de bobinas de cables**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.



Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### 8.2.3.5. **Tendidos de cables**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de los cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.



No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si ésto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### 8.2.3.6. **Protección mecánica**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm. cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal. Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

#### 8.2.3.7. **Señalización**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

#### 8.2.3.8. **Identificación**

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

#### 8.2.3.9. **Cierre de zanjas**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### 8.2.3.10. **Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos. Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### 8.2.3.11. **Puesta a tierra**

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

#### 8.2.3.12. **Montajes diversos**

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

##### 8.2.3.12.1. **Armario de distribución**

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm. de altura sobre el nivel del suelo. Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

#### 8.2.4. **Materiales**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

#### 8.2.5. **Recepción de obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 8.3 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### 8.3.1 Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación. Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa.

#### 8.3.2 Canalizaciones

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

##### 8.3.2.1 **Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos. Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm. entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 8.3.2.2 **Conductores aislados enterrados**

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### 8.3.2. **Conductores aislados directamente empotrados en estructuras**

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### 8.3.2.4 **Conductores aislados en el interior de la construcción**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### 8.3.2.5 **Conductores aislados bajo canales protectoras**

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<b>Característica</b>	<b>Grado</b>	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16mm	>16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 4
Resistencia a la penetración de agua.	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### **8.3.2.6 Conductores aislados bajo molduras**

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo. En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura



especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire. Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### 8.3.2.7 **Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

#### 8.3.2.8 **Conductores aislados bajos tubos protectores**

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3. Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4. Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas



anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación.

Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media

Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protección contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada.
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

Tubos en canalizaciones enterradas.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

#### Instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3- Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por

una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

### 8.3.3 Conductores

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al

100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### 8.3.3.1 **Identificación de las instalaciones**

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 8.3.3.1 **Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica**

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	≥0,25
≤500 V	500	≥0,50
>500 V	1000	≥1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 8.3.4 Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### 8.3.5 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.



En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

### 8.3.6 Aparamenta de mando y protección

#### 8.3.6.1 **Cuadros eléctricos**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

#### 8.3.6.2 **Interruptores automáticos**

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

#### 8.3.6.3 **Fusibles**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.



#### 8.3.6.4 **Interruptores diferenciales**

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### 8.3.6.5 **Embarrados**

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### 8.3.6.5 **Prensaestopas y etiquetas**

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida. Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible. En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

#### 8.3.7 **Receptores de alumbrado**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

### 8.3.8 Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 8.3.9 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitudes térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 8.3.9.1 **Uniones a tierra**

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores	16 mm <sup>2</sup> Cu/ 6 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu/ 50 mm <sup>2</sup> hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu/ 50 mm <sup>2</sup> hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.

- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

#### 8.3.10 Inspecciones y pruebas en fábrica

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma. Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

#### 8.3.11 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

## **9. SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **9.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

### **9.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

#### **9.2.1. Introducción**

#### **9.2.2. Obligación general del empresario**

### **9.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **9.3.1. Introducción**

#### **9.3.2. Obligación general del empresario**

### **9.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

#### **9.4.1. Introducción**

#### **9.4.2. Estudio básico de seguridad y salud**

#### **9.4.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras**

### **9.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

#### **9.5.1. Introducción**

#### **9.5.2. Obligaciones generales del empresario**

## 9.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### 9.1.1. Introducción

La ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995 de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

## 9.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

### 9.2.1. Introducción

La ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.



### 9.2.2. Obligación general del empresario

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo. Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde. La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## 9.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

### 9.3.1. Introducción

La ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

### 9.3.2. Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 9.3.2.1. **Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### **9.3.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### **9.3.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal. Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### **9.3.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincar, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### **9.3.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan. Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## 9.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION

### 9.4.1. Introducción

La ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Red de Alumbrado Público se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### 9.4.2. Estudio básico de seguridad y salud

#### 9.4.2.1. **Riesgos más frecuentes en las obras de construcción**

Los Oficios más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.



- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.



#### 9.4.2.2. **Medidas preventivas de carácter general**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc). Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### 9.4.2.3. **Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio**

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra queda fijada en 5 metros en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1,50 metros.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tabloncillos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

Montaje de elementos metálicos.

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 metros.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 metro de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además,

amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 metro la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 metros, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### 9.4.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

## 9.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

### 9.5.1. Introducción

La ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### 9.5.2. Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### 9.5.2.1. **Protectores de la cabeza**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### 9.5.2.2. **Protectores de manos y brazos**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 9.5.2.3. **Protectores de pies y piernas**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.



- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### 9.5.2.4. **Protectores del cuerpo**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

PRESUPUESTO

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 Obra Civil</b>						
<b>01.01</b>		<b>Ud</b>	<b>ARQUETA 400x400x600 mm</b>			
			Ud. Instalación Arqueta de paso de dimensiones interiores 400x400x600 mm, dotada de ganchos para tracción y equipada de cerco y tapa, incluso excavación en terreno compacto y p.p. de medios auxiliares, embocadura de conductos, relleno lateral de tierra. Medida la unidad instalada.			
U01AA007	1,300	Hr	Oficial primera	16,54	21,50	
U01AA011	0,600	Hr	Peón ordinario	14,89	8,93	
U43AA120	1,000	Ud	Arqueta prefabricada horm 400x 400x 600 mm	80,00	80,00	
U43AA240	1,000	Ud	Tapa/cerco Arq.400x 400x 600 mm	80,20	80,20	
A03CF005	0,110	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMAT 117 CV	52,04	5,72	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	196,40	5,89	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>202,24</b>
<b>01.02</b>		<b>Ud</b>	<b>ARQUETA 750x750x900 mm</b>			
			Ud. Instalación de Arqueta de dimensiones 750x750x900 mm dotada de ganchos para tracción y equipada de cerco y tapa, incluso excavación en terreno compacto, y p.p. de medios auxiliares, embocadura de conductos, relleno lateral de tierra. Medida la unidad instalada.			
U01AA007	1,300	Hr	Oficial primera	16,54	21,50	
U01AA011	0,600	Hr	Peón ordinario	14,89	8,93	
U43AA110	1,000	Ud	Arqueta pref.horm. 750x 750x 900 mm	100,00	100,00	
A03CF005	0,110	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMAT 117 CV	52,04	5,72	
U43AA220	1,000	Ud	tapa/cerco Arq.750x 750x 900 mm	89,60	89,60	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	225,80	6,77	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>232,52</b>
<b>01.03</b>		<b>MI</b>	<b>CANALIZ. 1tb PVC 90</b>			
			MI. Canalización para BT con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.			
U01AA007	0,100	Hr	Oficial primera	16,54	1,65	
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	14,89	1,49	
U39GK010	1,000	MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,12	1,12	
U39AA002	0,030	Hr	Retroexcavadora neumáticos	25,61	0,77	
U39AH024	0,010	Hr	Camión basculante 125cv	17,50	0,18	
D04G5100	0,113	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	11,77	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	17,00	0,51	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>17,49</b>
<b>01.04</b>		<b>MI</b>	<b>CANALIZ. 2tb PVC 90</b>			
			MI. Canalización para BT con dos tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.			
U01AA007	0,100	Hr	Oficial primera	16,54	1,65	
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	14,89	1,49	
U39GK010	2,000	MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,12	2,24	
U39AA002	0,030	Hr	Retroexcavadora neumáticos	25,61	0,77	
U39AH024	0,010	Hr	Camión basculante 125cv	17,50	0,18	
D04G5100	0,113	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	11,77	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	18,10	0,54	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>18,64</b>
<b>01.05</b>		<b>MI</b>	<b>CANALIZ. 3tb PVC 90</b>			
			MI. Canalización para BT con tres tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.			
U01AA007	0,150	Hr	Oficial primera	16,54	2,48	
U01AA011	0,150	Hr	Peón ordinario	14,89	2,23	
U39GK010	3,000	MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,12	3,36	
U39AA002	0,030	Hr	Retroexcavadora neumáticos	25,61	0,77	
U39AH024	0,010	Hr	Camión basculante 125cv	17,50	0,18	
D04G5100	0,113	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	11,77	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	20,80	0,62	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>21,41</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>01.06</b>	<b>ml</b>		<b>CANALIZ. 4tb PVC 90</b>			
			MI. Canalización para BT con cuatro tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.			
U01AA007	0,150	Hr	Oficial primera	16,54	2,48	
U01AA011	0,150	Hr	Peón ordinario	14,89	2,23	
U39GK010	4,000	MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,12	4,48	
U39AA002	0,030	Hr	Retroexcavadora neumáticos	25,61	0,77	
U39AH024	0,010	Hr	Camión basculante 125cv	17,50	0,18	
D04G5100	0,113	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	11,77	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	21,90	0,66	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>22,57</b>
<b>01.07</b>	<b>ml</b>		<b>CANALIZ. 8tb PVC 90</b>			
			MI. Canalización para BT con ocho tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.			
U01AA007	0,150	Hr	Oficial primera	16,54	2,48	
U01AA011	0,150	Hr	Peón ordinario	14,89	2,23	
U39GK010	8,000	MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,12	8,96	
U39AA002	0,030	Hr	Retroexcavadora neumáticos	25,61	0,77	
U39AH024	0,010	Hr	Camión basculante 125cv	17,50	0,18	
D04G5100	0,113	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	11,77	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	26,40	0,79	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>27,18</b>
<b>01.08</b>	<b>MI</b>		<b>CANALIZ. B.T. 1T 160mm</b>			
			MI. Canalización para red de BT con un tubo de PVC de D=160 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso hormigón, excavación, relleno y compactado.			
U01AA007	0,200	Hr	Oficial primera	16,54	3,31	
U01AA011	0,200	Hr	Peón ordinario	14,89	2,98	
LASJFHSFL	1,000	MI	Tubería canalización diám. 160	1,69	1,69	
A03CF005	0,110	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMAT 117 CV	52,04	5,72	
D04G5100	0,132	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	13,75	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	27,50	0,83	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>28,28</b>
<b>01.09</b>	<b>MI</b>		<b>CANALIZ. B.T. 2T 160mm</b>			
			MI. Canalización para red de BT con dos tubos de PVC de D=160 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso hormigón, excavación, relleno y compactado.			
U01AA007	0,200	Hr	Oficial primera	16,54	3,31	
U01AA011	0,200	Hr	Peón ordinario	14,89	2,98	
LASJFHSFL	2,000	MI	Tubería canalización diám. 160	1,69	3,38	
A03CF005	0,110	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMAT 117 CV	52,04	5,72	
D04G5100	0,132	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	13,75	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	29,10	0,87	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>30,01</b>
<b>01.10</b>	<b>MI</b>		<b>CANALIZ.B.T. marca PMA Ref. PSC648</b>			
			MI. Canalización para red de baja tensión con un tubo de D=50 mm. marca PMA Ref PSC648 protegido contra rayos UVA y agentes externos para la conexión entre el seguidor y su arqueta.			
U01AA007	0,200	Hr	Oficial primera	16,54	3,31	
U01AA011	0,200	Hr	Peón ordinario	14,89	2,98	
UJOIGHFFH	1,000	MI	Tubo 50 mm marca PMA Ref. PSC648	10,20	10,20	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	16,50	0,50	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>16,99</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.11		M3	<b>HORM.HA-25/P/40/ Ila ZAP.V.M.ENCOF</b> M3. Hormigón armado para cimentaciones de zapata de seguidor solar, a base de: hormigon HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-400 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales desde hormigonera, vibrado y colocación. Según EHE. Incluido colocacion y retirada de encofrado-molde metalico desmontable.			
U01AA007	0,200	Hr	Oficial primera	16,54	3,31	
U01AA011	0,200	Hr	Peón ordinario	14,89	2,98	
AUJJD550	1,000	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila Zapata seguidor	104,16	104,16	
D04AA001	40,000	Kg	ACERO CORRUGADO B 400-S	1,09	43,60	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	154,10	4,62	
TOTAL PARTIDA.....						158,67
01.12		MI	<b>MALLA GALV. ST 40/14 DE 2,00 M.</b> MI. Cercado con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla simple torsión, trama 40/14 de 2,00 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios.			
U01FX105	2,000	M2	Mano obra montaje malla ST	5,00	10,00	
U22KA005	0,300	Ud	Poste 200cm. tubo acero galv .diam.48	6,24	1,87	
U22KA055	0,080	Ud	Poste arranque acero galv . de 2,00 m.	7,85	0,63	
U22KE056	2,000	M2	Malla galv .s/torsión ST40/14-200	1,19	2,38	
A01JF004	0,008	M3	MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	78,61	0,63	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	15,50	0,47	
TOTAL PARTIDA.....						15,98
01.13		ud	<b>Caseta pref.hormig.medida 2x2x2.2</b> Ud. de caseta de hormigon prefabricada de dimensiones interiores 2x2x2.2 m. que hará la función de caseta de control, donde se alojará, también, el cuadro de interconexión de seguidores. Incluida preparacion del terreno. Totalmente colocada.			
U01AA501	0,250	Hr	Cuadrilla A	33,40	8,35	
P01	1,000	ud	Caseta Pref.Horm. p/medida 2x2x2.2	950,00	950,00	
U02FF001	0,200	Hr	Excavadora 2 M3.	55,31	11,06	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	969,40	29,08	
TOTAL PARTIDA.....						998,49
01.14		M2	<b>PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA</b> M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada.			
U01FX001	0,150	Hr	Oficial cerrajería	16,54	2,48	
U01FX003	0,150	Hr	Ayudante cerrajería	15,33	2,30	
U22AA970	1,000	M2	Puer.metá,abat.mod Verja 2 Hojas	42,64	42,64	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	47,40	1,42	
TOTAL PARTIDA.....						48,84
01.15		M2	<b>ESCARIFICADO/COMPACTADO TERRENO</b> M2. Escarificado y compactado del terreno natural por medios mecánicos.			
U01AA011	0,001	Hr	Peón ordinario	14,89	0,01	
U39AT002	0,010	Hr	Trac. s/orug. bull. 140 cv	28,38	0,28	
U39AC008	0,020	Hr	Compactador vibrat.autopropul	10,83	0,22	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	0,50	0,02	
TOTAL PARTIDA.....						0,53

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 Electricidad</b>						
<b>02.01</b>		<b>MI</b>	<b>Cable solar 1X2,5 mm2 Multicontact</b> MI. Circuito eléctrico para el conexionado de series de modulos en el seguidor, realizado mediante embridado del conductor a la estructura. Cable solar (protección contra rayos UVA) unipolar para una tensión nominal de 750 V. y sección 1x2,5 mm2., con conectores multicontact. Incluido p./p. de cajas de registro, conectores y peq.material.			
U01FY630	0,040	Hr	Oficial primera electricista	16,54	0,66	
U01FY635	0,040	Hr	Ayudante electricista	15,33	0,61	
U30JW002	1,100	MI	Conductor multicontac 2,5 mm2(Cu)	1,00	1,10	
U30JW905	0,700	Ud	p.p. cajas, regletas y peq. mater.	0,33	0,23	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	2,60	0,08	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>2,68</b>
<b>02.02</b>		<b>MI</b>	<b>Cable solar 1x6 mm2 Multicontact</b> MI. Circuito eléctrico para el conexionado entre la caja de protección de fusibles e inversor, realizado mediante embridado del conductor a la estructura bajo tubo. Cable solar (protección contra rayos UVA) unipolar para una tensión nominal de 750 V. y sección 1x6 mm2., con conectores multicontact. Incluido p./p. de cajas de registro, conectores y peq.material.			
U01FY630	0,040	Hr	Oficial primera electricista	16,54	0,66	
U01FY635	0,040	Hr	Ayudante electricista	15,33	0,61	
IRUTGGG	1,100	MI	Conductor multicontac 6 mm2(Cu)	3,15	3,47	
U30JW905	0,700	Ud	p.p. cajas, regletas y peq. mater.	0,33	0,23	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	5,00	0,15	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>5,12</b>
<b>02.03</b>		<b>ud</b>	<b>Caja conexión/protección series</b> Caja metálica estanca IP65 de medidas aproximadas 310x210x110, para conexión y protección de las series de modulos F.V. Incluyendo placa base y carriles din, para alojar 12 bases portafusibles y sus fusibles de 6 A, grapas/bornes de conexión para reunión de conductores de 2,5 mm2 y salida en 6 mm2. Tornillería necesaria, cableado de conexión, sujeción a estructura de seguidor con tornillería periferia adecuada. Totalmente montado y conexionado.			
P0003	1,000	ud	Caja met.IP65 +fus+bornes	95,00	95,00	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	95,00	2,85	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>97,85</b>
<b>02.04</b>		<b>MI.</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x6</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x6 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.			
O03E00002	0,030	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	0,50	
O03E00004	0,030	H.	Ayudante electricista	15,33	0,46	
ÑOPL9999	1,100	MI.	Cable PVC RV 0.6/1kV.4x6 mm Al	2,50	2,75	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	3,70	0,11	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>3,82</b>
<b>02.05</b>		<b>MI.</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x10</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4X10 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.			
O03E00002	0,030	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	0,50	
O03E00004	0,035	H.	Ayudante electricista	15,33	0,54	
T05BM0044	1,100	MI.	Cable PVC RV 0.6/1kV.4x10mm Cu	6,11	6,72	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	7,80	0,23	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>7,99</b>
<b>02.06</b>		<b>MI.</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x16</b> Linea de cable manguera de cobre Cu de 0.6/1kV., de 4x16 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.			
O03E00002	0,035	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	0,58	
O03E00004	0,035	H.	Ayudante electricista	15,33	0,54	
T05BM0045	1,100	MI.	Cable PVC RV 0.6/1kV.4x16mm Cu	9,41	10,35	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	11,50	0,35	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>11,82</b>

# CUADRO DE DESPUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>02.07</b>		<b>MI.</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x25</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x25 mm <sup>2</sup> con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexio- nado y pequeño material.			
003E00002	0,030	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	0,50	
003E00004	0,030	H.	Ayudante electricista	15,33	0,46	
T05BM0043	1,100	MI.	Cable PVC RV 0.6/1kV.4x25mm Cu	16,00	17,60	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	18,60	0,56	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>19,12</b>
<b>02.08</b>		<b>MI</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x50</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x50 mm <sup>2</sup> con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexio- nado y pequeño material.			
003E00002	0,030	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	0,50	
003E00004	0,030	H.	Ayudante electricista	15,33	0,46	
JHPHHHHH	1,100	MI	Cable PVC RV 0.6/1kV.4x50mm Cu	25,82	28,40	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	29,40	0,88	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>30,24</b>
<b>02.09</b>		<b>MI.</b>	<b>LINEA Cu 0.6/1kV RV;3x1x95+50</b> Linea de cable de cobre Cu de 0.6/1kV. aislamiento RV, de 3x1x95 + 1x50 mm <sup>2</sup> con pp.de terminales, incluyendo enhebrado en canalización, conexionado y pequeño material.			
003E00002	0,130	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	2,15	
003E00004	0,130	H.	Ayudante electricista	15,33	1,99	
T05BM0011	3,300	MI.	CABLE PVC RV 0.6/1KV.1x95mm CU	3,25	10,73	
T05BM0009	1,100	MI.	CABLE PVC RV 0.6/1KV.1x50mm CU	1,69	1,86	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	16,70	0,50	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>17,23</b>
<b>02.10</b>		<b>MI</b>	<b>LINEA Al 0.6/1kV RV;3x1x95+50</b> Linea de cable de aluminio Al de 0.6/1kV. aislamiento RV, de 3x1x95 + 1x50 mm <sup>2</sup> con pp.de terminales, incluyen- do enhebrado en canalización, conexionado y pequeño material.			
003E00002	0,130	H.	Oficial 1ª electricista	16,54	2,15	
003E00004	0,130	H.	Ayudante electricista	15,33	1,99	
T05BM7006	3,300	MI.	CABLE PVC RV 0.6/1KV.1x95mm AL	2,14	7,06	
T05BM7004	1,100	MI.	CABLE PVC RV 0.6/1KV.1x50mm AL	1,34	1,47	
%0000.003	3,000	%	Medios auxiliares.(s/total)	12,70	0,38	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>13,05</b>
<b>02.11</b>		<b>Ud</b>	<b>TOMA TIERRA (pica+cond.desnudo35mm)</b> Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, 30m de cable de cobre desnudo de 1x35 mm <sup>2</sup> . conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18			
U01FY630	0,500	Hr	Oficial primera electricista	16,54	8,27	
U01FY635	0,500	Hr	Ayudante electricista	15,33	7,67	
U30GA010	1,000	Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	8,24	8,24	
U30GA001	30,000	MI	Conductor cobre desnudo 35mm <sup>2</sup>	1,08	32,40	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	56,60	1,70	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>58,28</b>
<b>02.12</b>		<b>Ud</b>	<b>Armario de medida exterior equipado FOTOMED 100 ERZ</b> Equipo para conexión de una instalación fotovoltaica de 100 KW para colocación en exterior. Armario de poliester 1500x750x300, puerta opaca con metacrilato y ventanas, contador multifunción con registrador para clientes tipo 4, regleta de verificación, trafos de intensidad, completo, montado y cableado en armario interior. Bases portafusibles de 250 A, interruptor de corte en carga de 160 A tetrapolar. Cumple con las normas ERZ-ENDESA según R.D. 1433/2002 del 27 de Diciembre.			
U01FY630	1,000	Hr	Oficial primera electricista	16,54	16,54	
U01FY635	1,000	Hr	Ayudante electricista	15,33	15,33	
JFGJ`JJJJ	1,000	Ud	Armario medida hasta 100 KW FOTOMED 100 ERZ	3.990,00	3.990,00	
U01AA007	2,000	Hr	Oficial primera	16,54	33,08	
D04G5100	0,100	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	10,42	
FUSIBLES1	3,000	u	Cartucho fusible tamaño NH1	10,00	30,00	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	4.095,40	122,86	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>						<b>4.218,23</b>

# CUADRO DE DESCOMUESTOS

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.13		Ud	<b>Armario de Magnetotérmicos ART-57</b> Armario de magnetotérmicos que contiene un carril din para el alojamiento de 10 interruptores magnetotérmicos tetrapolares de 20 A (uno por cada seguidor); incluida mano de obra.			
U01FY630	0,500	Hr	Oficial primera electricista	16,54	8,27	
U01FY635	0,500	Hr	Ayudante electricista	15,33	7,67	
HGHAÑAFH	1,000	Ud	Armario ART-57 con carril din	402,00	402,00	
T09P104	1,000	Ud.	MAGNETOTÉRMICO ABB 4x20A, 6/15kA curva C	87,78	87,78	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	505,70	15,17	
TOTAL PARTIDA.....						520,89
02.14		Ud	<b>Zócalo para ART-57 con EMB-10</b> Zócalo para interconexión de seguidores que contiene 4 embarrados, uno para cada fase y otro para neutro; incluido hormigón y mano de obra.			
U01FY630	0,500	Hr	Oficial primera electricista	16,54	8,27	
U01FY635	0,500	Hr	Ayudante electricista	15,33	7,67	
U01AA007	1,500	Hr	Oficial primera	16,54	24,81	
D04G5100	0,324	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila interconexión	104,16	33,75	
JKJGJGAJA	1,000	Ud	Zócalo ARM-57-EMB-10	480,00	480,00	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	554,50	16,64	
TOTAL PARTIDA.....						571,14
02.15		Ud	<b>Armario de protección ART-57- Magneto+diferencial</b> Armario para el alojamiento de un interruptor automáticos Merlin Gerin NSA160; incluida mano de obra.			
U01FY630	0,500	Hr	Oficial primera electricista	16,54	8,27	
U01FY635	0,500	Hr	Ayudante electricista	15,33	7,67	
U01AA007	1,500	Hr	Oficial primera	16,54	24,81	
D04G5102	0,300	M3	HOR.HA-25/P/40/ Ila	103,42	31,03	
FJFJFFFW1	1,000	u	Armario ARM-57 con carriles din	402,00	402,00	
JGJGLN562	1,000	u	Interruptor automático Merlin Gerin NSA160	690,79	690,79	
%3000000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	1.164,60	34,94	
TOTAL PARTIDA.....						1.199,51



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 Obra Civil</b>									
01.01	Ud ARQUETA 400x400x600 mm Ud. Instalación Arqueta de paso de dimensiones interiores 400x400x600 mm, dotada de ganchos para tracción y equipada de cerco y tapa, incluso excavación en terreno compacto y p.p. de medios auxiliares, embocadura de conductos, relleno lateral de tierra. Medida la unidad instalada.						16,00	202,24	3.235,84
01.02	Ud ARQUETA 750x750x900 mm Ud. Instalación de Arqueta de dimensiones 750x750x900 mm dotada de ganchos para tracción y equipada de cerco y tapa, incluso excavación en terreno compacto, y p.p. de medios auxiliares, embocadura de conductos, relleno lateral de tierra. Medida la unidad instalada.						6,00	232,52	1.395,12
01.03	MI CANALIZ. 1tb PVC 90 MI. Canalización para BT con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.						110,00	17,49	1.923,90
01.04	MI CANALIZ. 2tb PVC 90 MI. Canalización para BT con dos tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.						248,00	18,64	4.622,72
01.05	MI CANALIZ. 3tb PVC 90 MI. Canalización para BT con tres tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.						186,00	21,41	3.982,26
01.06	ml CANALIZ. 4tb PVC 90 MI. Canalización para BT con cuatro tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.						70,00	22,57	1.579,90
01.07	ml CANALIZ. 8tb PVC 90 MI. Canalización para BT con ocho tubos de PVC de D=90 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.						10,00	27,18	271,80
01.08	MI CANALIZ. B.T. 1T 160mm MI. Canalización para red de BT con un tubo de PVC de D=160 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso hormigón, excavación, relleno y compactado.						65,00	28,28	1.838,20
01.09	MI CANALIZ. B.T. 2T 160mm MI. Canalización para red de BT con dos tubos de PVC de D=160 mm., con alambre guía, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso hormigón, excavación, relleno y compactado.						45,00	30,01	1.350,45
01.10	MI CANALIZ.B.T. marca PMA Ref. PSC648 MI. Canalización para red de baja tensión con un tubo de D=50 mm. marca PMA Ref PSC648 protegido contra rayos UVA y agentes externos para la conexión entre el seguidor y su arqueta.  4,5 m de tubo por seguidor	4,5	16,00			72,00	72,00	16,99	1.223,28
01.11	M3 HORM.HA-25/P/40/ IIa ZAP.V.M.ENCOF M3. Hormigón armado para cimentaciones de zapata de seguidor solar, a base de: hormigón HA-25/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-400 S (40 Kgs/m3), encofrado y desencofrado, vertido por medios manuales desde hormigonera, vibrado y colocación. Según EHE. Incluido colocación y retirada de encofrado-molde metálico desmontable. 9,1 m3 de hormigón por seguidor	16	9,10			145,60			

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.12	MI MALLA GALV. ST 40/14 DE 2,00 M. Ml. Cercado con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla simple torsión, trama 40/14 de 2,00 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios. TOTAL CERCADO	1	550,00			550,00	550,00	158,67	23.102,35
01.13	ud Caseta pref.hormig.medida 2x2x2.2 Ud. de caseta de hormigon prefabricada de dimensiones interiores 2x2x2.2 m. que hará la función de caseta de control, donde se alojará, también, el cuadro de interconexión de seguidores. Incluida preparacion del terreno. Totalmente colocada.						550,00	15,98	8.789,00
01.14	M2 PUERTA METALICA MOD. VERJA 2HOJA M2. Puerta metálica abatible, tipo verja, formada por dos hojas y marco de tubo rectangular con pestaña de sección según dimensiones, guarnecido con rejillón electrosoldado, trama rectangular de retícula 150x50/D=5 mm, provistas con dispositivo de cierre para candado, i/ acabado con imprimación antioxidante, totalmente colocada. PUERTAS DE ENTRADA	1	5,00		2,00	10,00	10,00	998,49	998,49
01.15	M2 ESCARIFICADO/COMPACTADO TERRENO M2. Escarificado y compactado del terreno natural por medios mecánicos. Seguidores	16	12,56			200,96	200,96	48,84	488,40
							200,96	0,53	106,51
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 Obra Civil.....</b>								<b>54.908,22</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 Electricidad</b>									
02.01	<b>MI Cable solar 1X2,5 mm2 Multicontact</b> MI. Circuito eléctrico para el conexionado de series de modulos en el seguidor, realizado mediante embreado del conductor a la estructura. Cable solar (protección contra rayos UVA) unipolar para una tensión nominal de 750 V. y sección 1x2,5 mm2., con conectores multicontact. Incluido p.p. de cajas de registro, conectores y peq.material.								
	120 m por seguidor	16	120,00			1.920,00			
							1.920,00	2,68	5.145,60
02.02	<b>MI Cable solar 1x6 mm2 Multicontact</b> MI. Circuito eléctrico para el conexionado entre la caja de protección de fusibles e inversor, realizado mediante embreado del conductor a la estructura bajo tubo. Cable solar (protección contra rayos UVA) unipolar para una tensión nominal de 750 V. y sección 1x6 mm2., con conectores multicontact. Incluido p.p. de cajas de registro, conectores y peq.material.								
	20 m por seguidor	16	20,00			320,00			
							320,00	5,12	1.638,40
02.03	<b>ud Caja conexion/proteccion series</b> Caja metalica estanca IP65 de medidas aproximadas 310x210x110, para conexion y proteccion de las series de modulos F.V. Incluyendo placa base y carriles din, para alojar 12 bases portafusibles y sus fusibles de 6 A, grapas/bornes de conexion para reunion de conductores de 2,5 mm2 y salida en 6 mm2. Tornilleria necesaria, cableado de conexion, sujecion a estructura de seguidor con tornilleria perfilera adecuada. Totalmente montado y conexionado.								
	Una caja por seguidor	1	16,00			16,00			
							16,00	97,85	1.565,60
02.04	<b>MI. LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x6</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x6 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.								
	Seguidores 5 y 7 Lomasol	1	60,000			60,000			
	Seguidores 3 y 5 Sernasol	1	60,000			60,000			
							120,00	3,82	458,40
02.05	<b>MI. LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x10</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4X10 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.								
	Seguidores 3, 4, 6 y 8 Lomasol	1	186,000			186,000			
	Seguidores 2, 4 y 7 Sernasol	1	133,000			133,000			
							319,00	7,99	2.548,81
02.06	<b>MI. LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x16</b> Linea de cable manguera de cobre Cu de 0.6/1kV., de 4x16 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.								
	Seguidor 2 Lomasol	1	63,000			63,000			
	Seguidores 1, 6 y 8 Sernasol	1	202,000			202,000			
							265,00	11,82	3.132,30
02.07	<b>MI. LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x25</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x25 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.								
	Seguidor 1 Lomasol	1	86,00			86,00			
							86,00	19,12	1.644,32
02.08	<b>MI LINEA Cu 0.6/1kV RV;4x50</b> Linea de cable de cobre Cu de RV 0.6/1kV., de 4x50 mm² con p.p.de terminales, incluyendo enhebrado, conexionado y pequeño material.								
	Interconexión - Medida Sernasol	1	55,00			55,00			
							55,00	30,24	1.663,20
02.09	<b>MI. LINEA Cu 0.6/1kV RV;3x1x95+50</b> Linea de cable de cobre Cu de 0.6/1kV. aislamiento RV, de 3x1x95 + 1x50 mm² con pp.de terminales, incluyendo enhebrado en canalización, conexionado y pequeño material.								
	Interconexion 5 - medida 5	1	79,00			79,00			

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Cantavieja B.T.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Interconexión 8 - medida 8	1	75,00			75,00			
							154,00	17,23	2.653,42
02.10	<b>MI LINEA AI 0.6/1kV RV;3x1x95+50</b> Línea de cable de aluminio AI de 0.6/1kV. aislamiento RV, de 3x1x95 + 1x50 mm <sup>2</sup> con pp.de terminales, incluyendo enhebrado en canalización, conexionado y pequeño material.								
	Acometida Lomasol	1	20,00			20,00			
	Acometida Sernasol	1	20,00			20,00			
							40,00	13,05	522,00
02.11	<b>Ud TOMA TIERRA (pica+cond.desnudo35mm)</b> Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, 30m de cable de cobre desnudo de 1x35 mm <sup>2</sup> . conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18								
	SEGUIDORES	16				16,00			
	CUADROS INTERCONEXION	2				2,00			
							18,00	58,28	1.049,04
02.12	<b>Ud Armario de medida exterior equipado FOTOMED 100 ERZ</b> Equipo para conexión de una instalación fotovoltaica de 100 KW para colocación en exterior. Armario de poliestier 1500x750x300, puerta opaca con metacrilato y ventanas, contador multifunción con registrador para clientes tipo 4, regleta de verificación, trafos de intensidad, completo, montado y cableado en armario interior. Bases portafusibles de 250 A, interruptor de corte en carga de 160 A tetrapolar. Cumple con las normas ERZ-ENDESA según R.D. 1433/2002 del 27 de Diciembre.								
							2,00	4.218,23	8.436,46
02.13	<b>Ud Armario de Magnetotérmicos ART-57</b> Armario de magnetotérmicos que contiene un carril din para el alojamiento de 10 interruptores magnetotérmicos tetrapolares de 20 A (uno por cada seguidor); incluida mano de obra.								
							2,00	520,89	1.041,78
02.14	<b>Ud Zócalo para ART-57 con EMB-10</b> Zócalo para interconexión de seguidores que contiene 4 embarrados, uno para cada fase y otro para neutro; incluido hormigón y mano de obra.								
	Interconexión de seguidores	2				2,00			
							2,00	571,14	1.142,28
02.15	<b>Ud Armario de protección ART-57- Magneto+diferencial</b> Armario para el alojamiento de un interruptor automáticos Merlin Gerin NSA160; incluida mano de obra.								
	Armario de protección	2				2,00			
							2,00	1.199,51	2.399,02
	<b>TOTAL CAPÍTULO 02 Electricidad.....</b>								<b>35.040,63</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>89.948,85</b>

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto Cantavieja B.T.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Obra Civil.....	54.908,22	61,04
02	Electricidad.....	35.040,63	38,96
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		89.948,85	
13,00% Gastos generales.....		11.693,35	
6,00% Beneficio industrial.....		5.396,93	
SUMA DE G.G. y B.I.		17.090,28	
18,00% I.V.A.....		19.267,04	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		126.306,17	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		126.306,17	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISÉIS MIL TRESCIENTOS SÉIS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

, a 31 de Mayo de 2011.

El promotor

La dirección facultativa



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

PLANOS

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

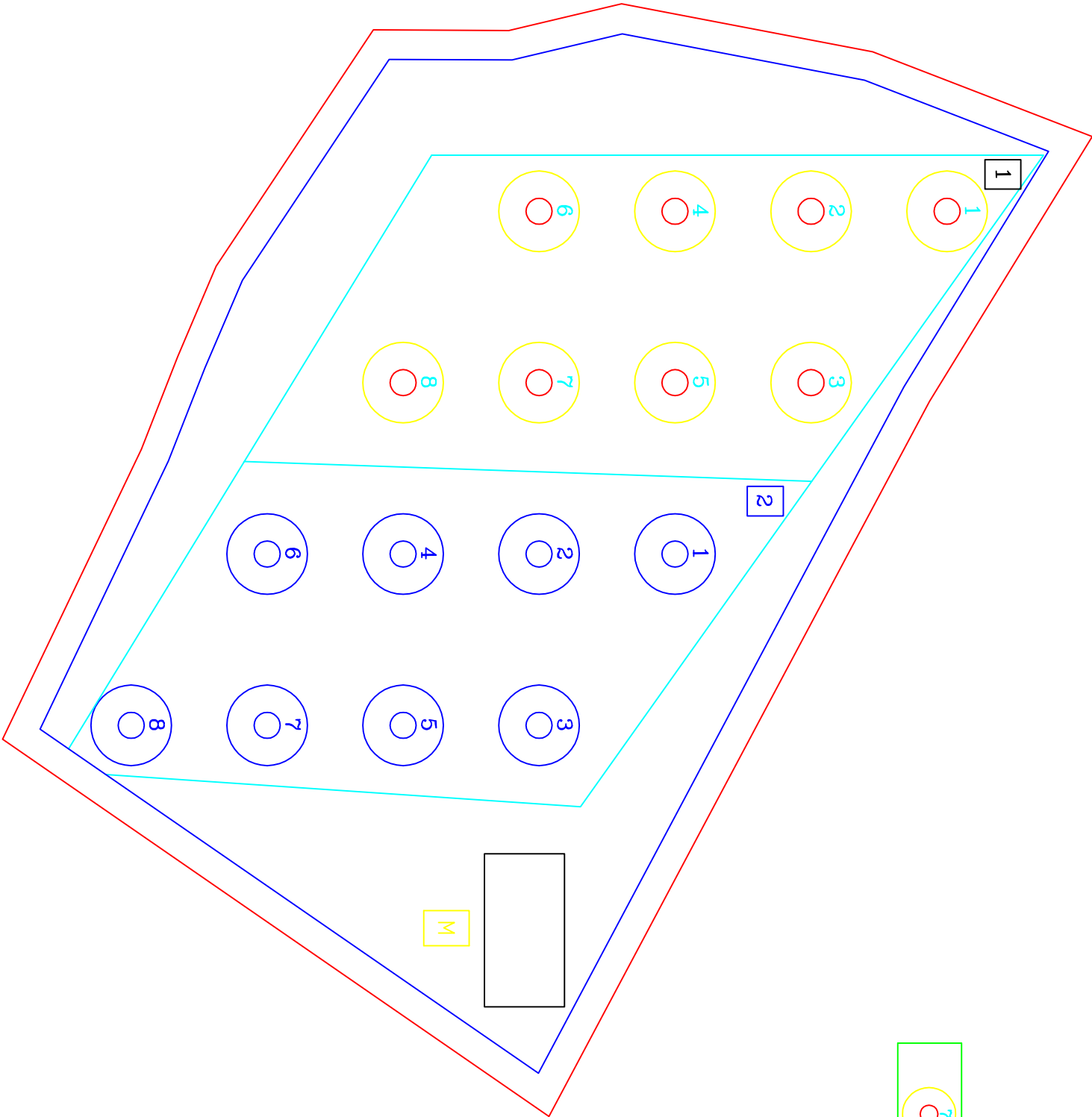
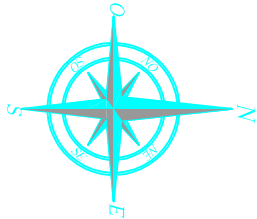
## 11. PLANOS

Se adjuntan los planos y esquemas siguientes:


1. Situación y Emplazamiento
2. Planta Zona 1
3. Planta Zona 2
4. Canalizaciones Zona 1
5. Canalizaciones Zona 2
6. Planta secciones Zona 1
7. Planta secciones Zona 2
8. Seguidor solar
9. Cimentación seguidores
10. Esquema unifilar general
11. Esquema unifilar de zona
12. Conexión módulos fotovoltaicos
13. Conexión tipo cuadro contadores
14. Armario de medida





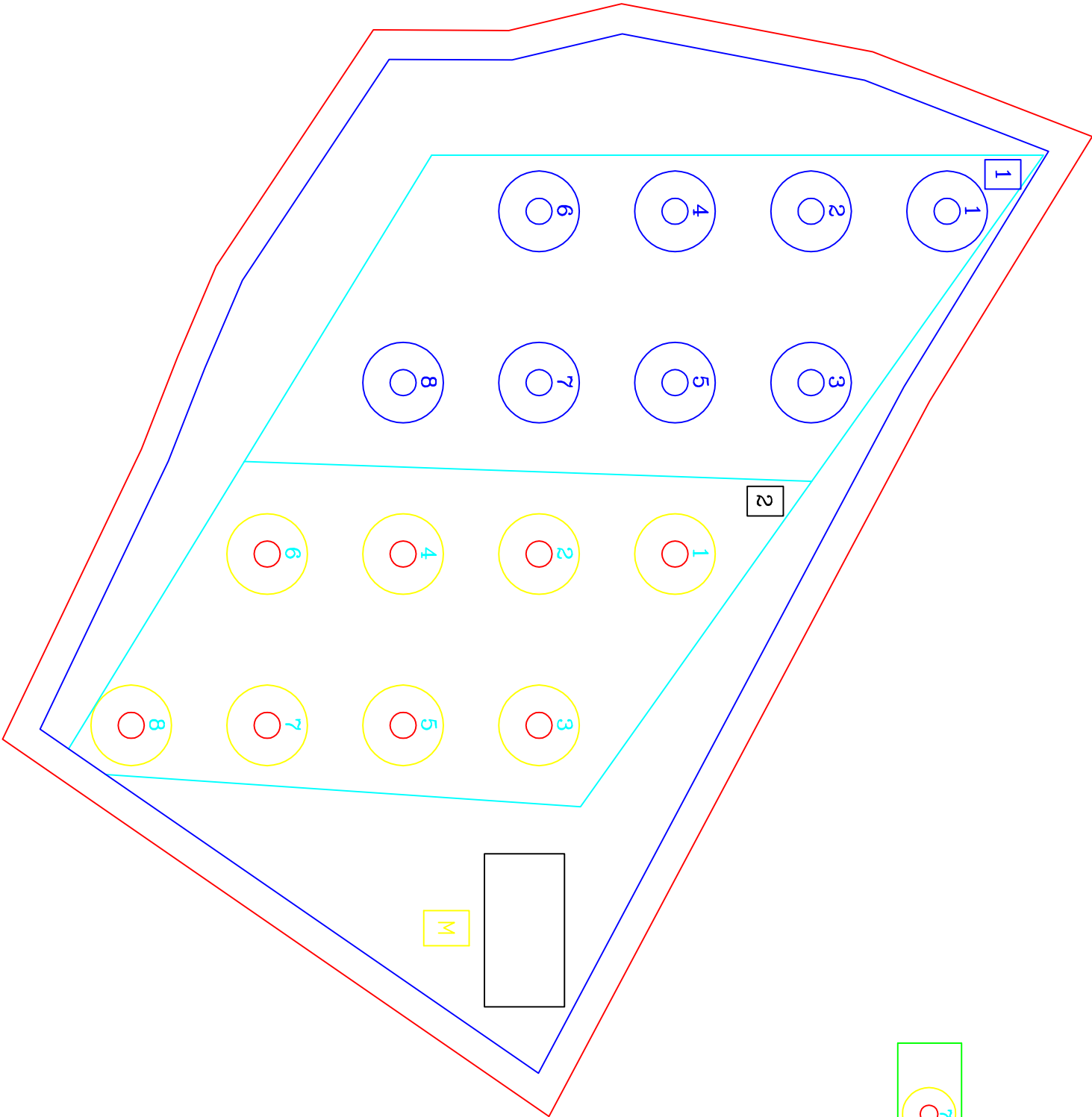
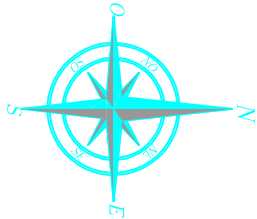


 Seguidor Solar

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
				REALIZADO: GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO	

PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)		FIRMA:	

PLANO:	PLANTA ZONA 1	FECHA:	6/6/11	ESCALA:	1:1000	Nº PLANO:	2
--------	---------------	--------	--------	---------	--------	-----------	---

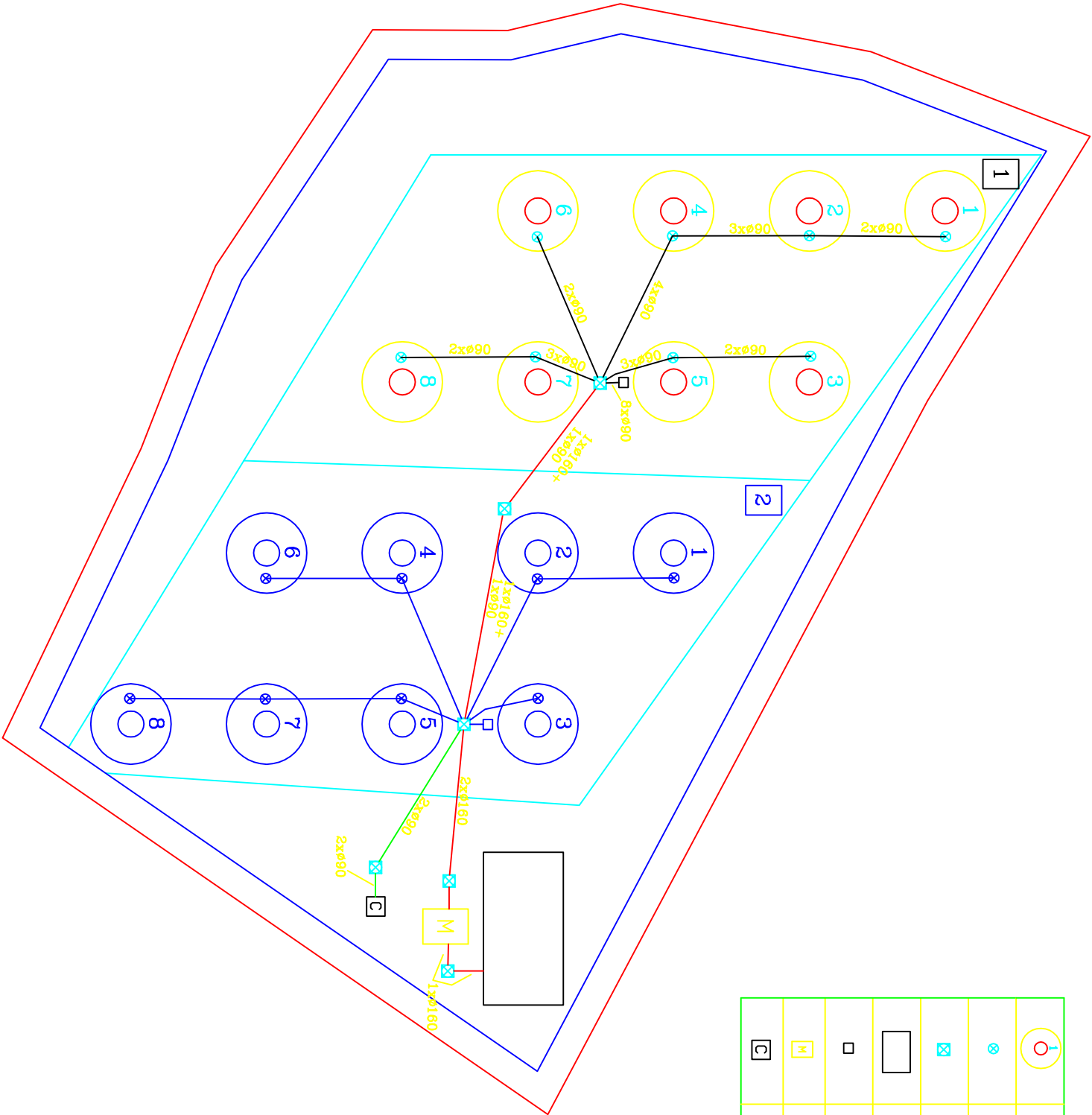
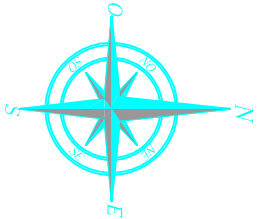


Seguidor Solar


Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO INDUSTRIAL			

PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)		REALIZADO: GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO	
		FIRMA:	

PLANTA ZONA 2		FECHA: 6/6/11	ESCALA: 1:1000	Nº PLANO: 3
---------------	--	---------------	----------------	-------------

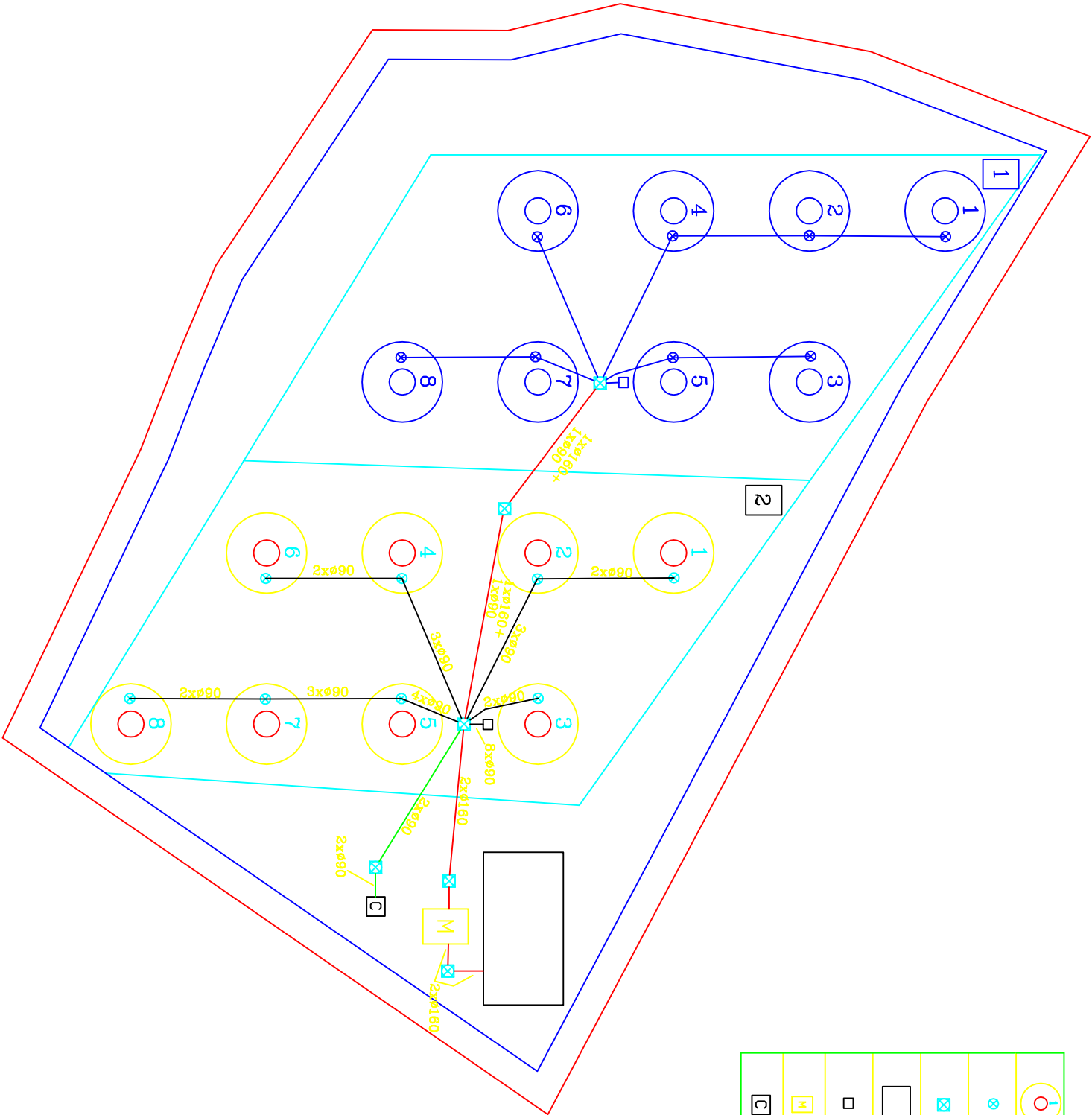
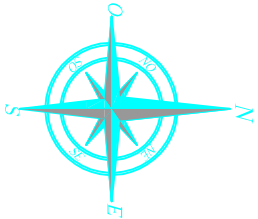


	Seguidor solar
	Arqueta a pie de seguidor
	Arqueta a pie de contadores
	Centro de Transformación/seccionamiento
	Interconexión seguidores
	Armarios de Medida
	Caseta de control

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	INGENIERO INDUSTRIAL	

PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>		REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>	
FIRMA:		FIRMA:	

PLANO: <b>CANALIZACIONES ZONA 1</b>	FECHA: <b>6/6/11</b>	ESCALA: <b>1:1000</b>	Nº PLANO: <b>4</b>
--	-------------------------	--------------------------	-----------------------

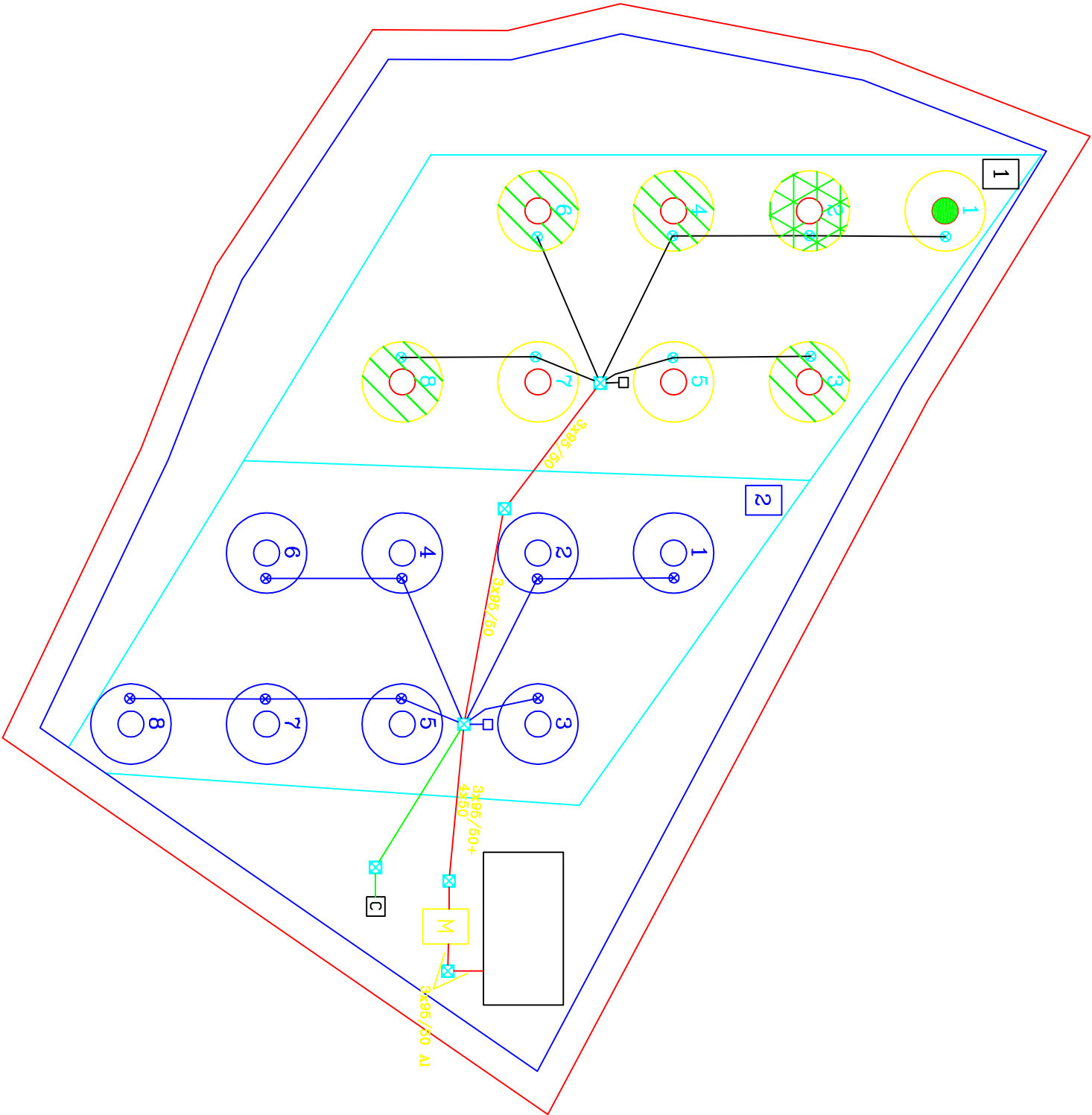
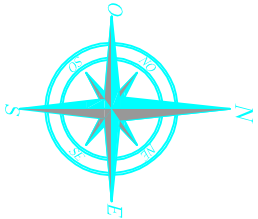


	Seguidor solar
	Arqueta a pie de seguidor
	Arqueta a pie de contadores
	Centro de Transformación/seccionamiento
	Interconexión seguidores
	Armarios de Medida
	Caseta de control


	Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
	Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO INDUSTRIAL			

PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)				REALIZADO: GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO		
				FIRMA:		

PLANO: CANALIZACIONES ZONA 2		FECHA: 6/6/11	ESCALA: 1:1000	Nº PLANO: 5
------------------------------	--	---------------	----------------	-------------

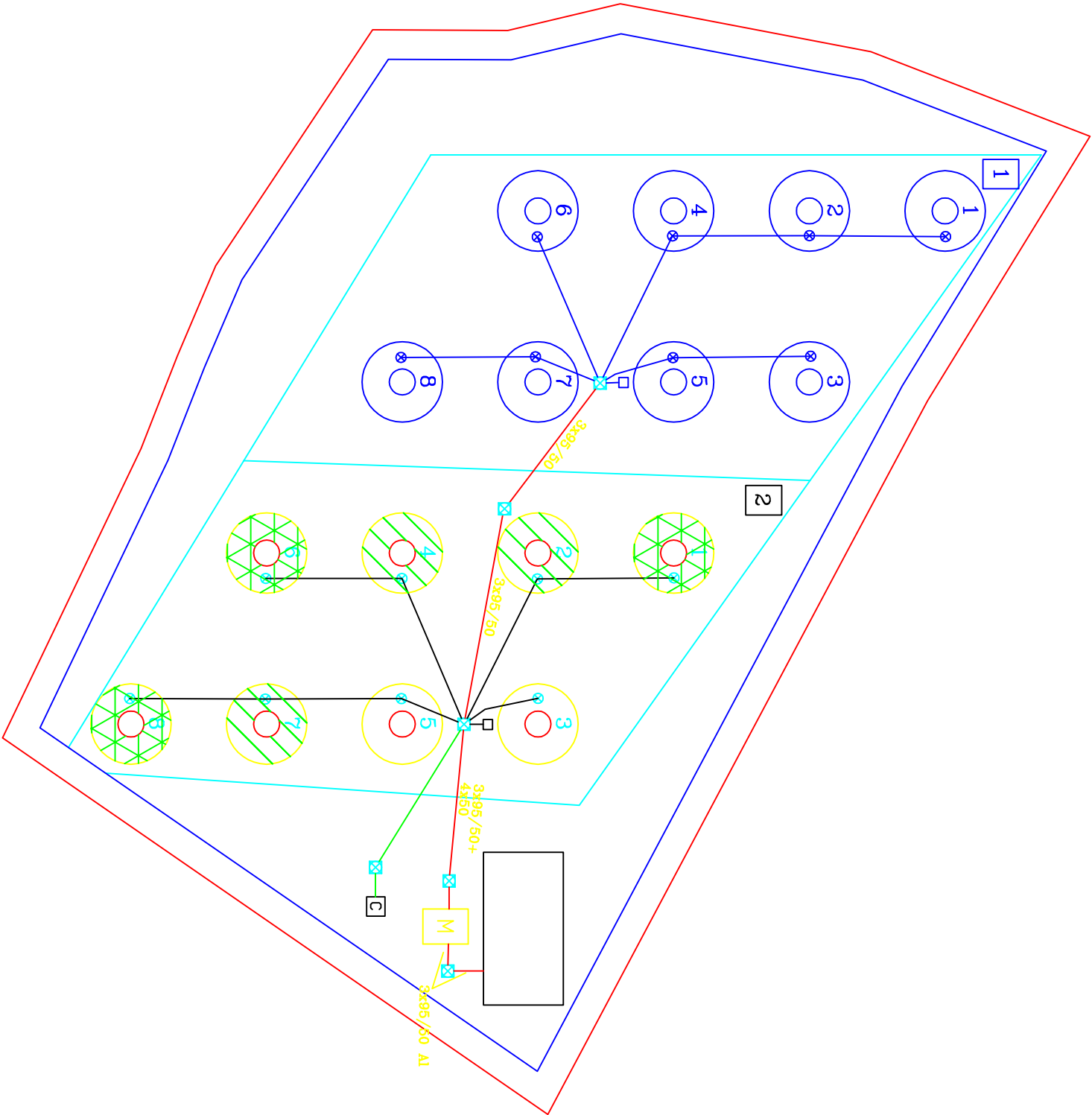
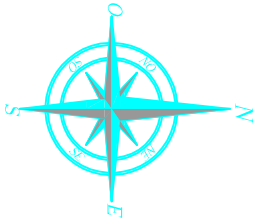


	Seguidor con sección de cable de 6 mm²
	Seguidor con sección de cable de 10 mm²
	Seguidor con sección de cable de 16 mm²
	Seguidor con sección de cable de 25 mm²
	Arqueta a pie de seguidor
	Arqueta a pie de contadores
	Centro de Transformación/seccionamiento
	Interconexión seguidores
	Armarios de Medida
	Caseta de control


 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
	INGENIERO INDUSTRIAL	

PROYECTO DE: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>		REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>	
FIRMA:		FIRMA:	

PLANO:	PLANTA SECCIONES ZONA 1		FECHA: <b>6/6/11</b>	ESCALA: <b>1:1000</b>	Nº PLANO: <b>6</b>
--------	-------------------------	--	----------------------	-----------------------	--------------------

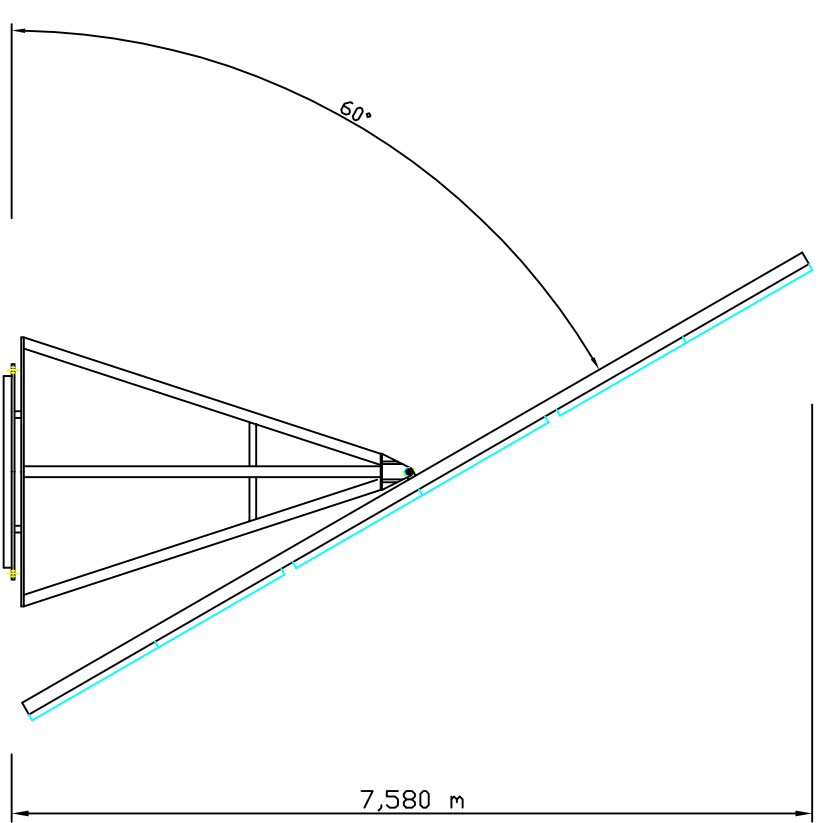
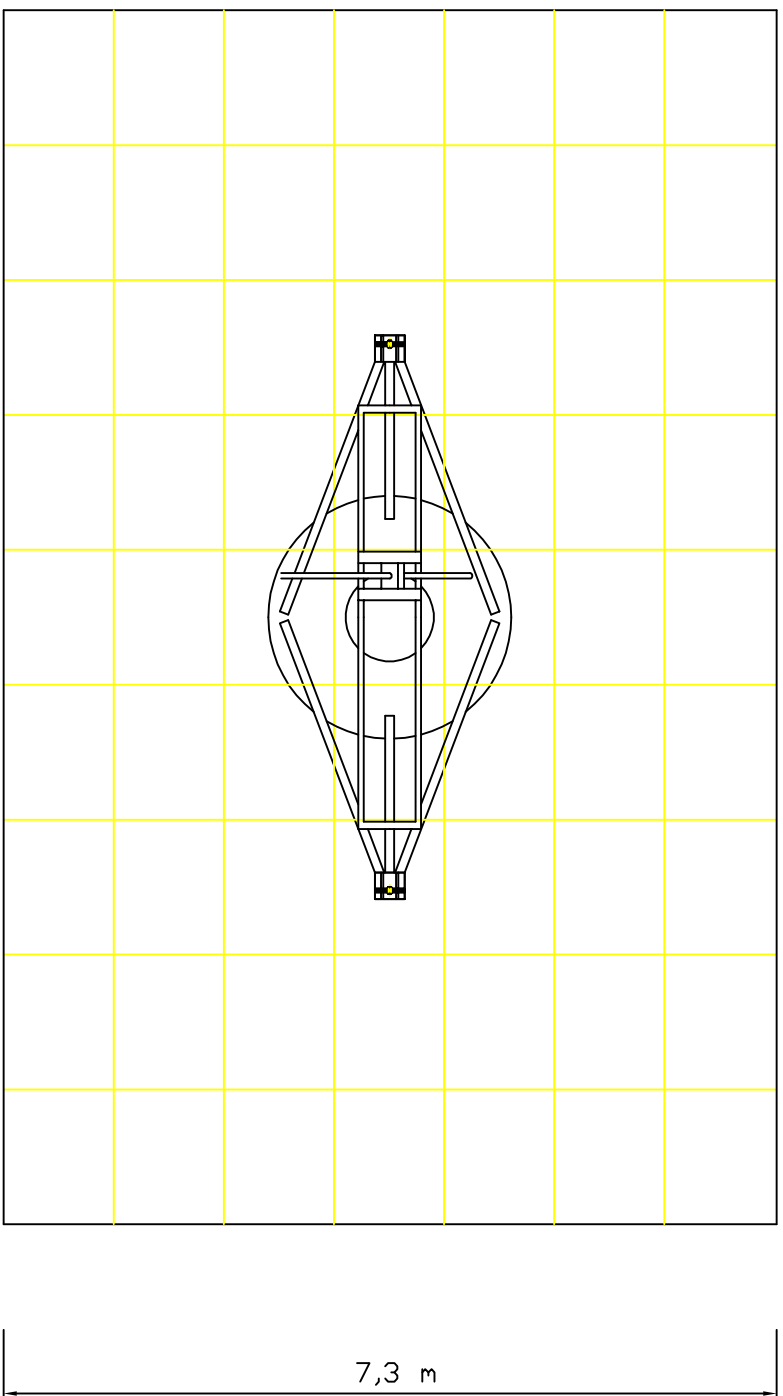
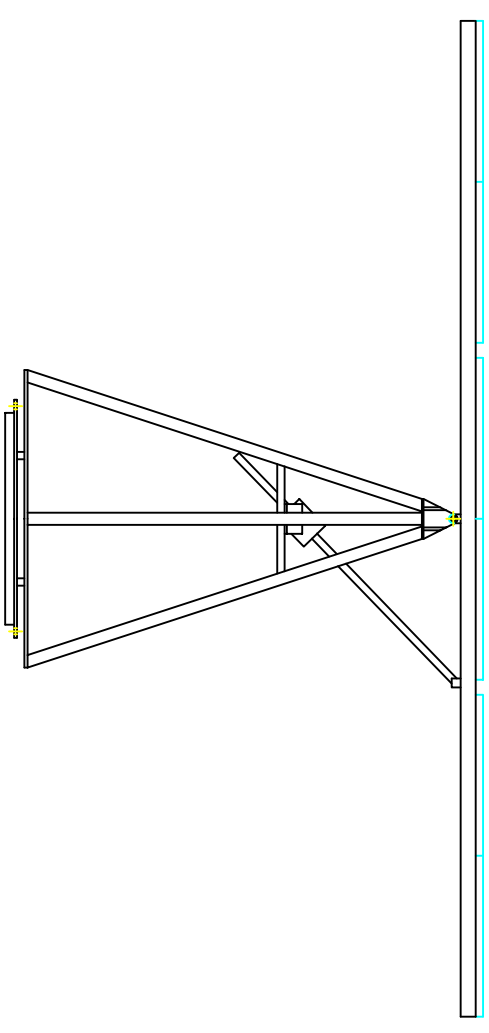
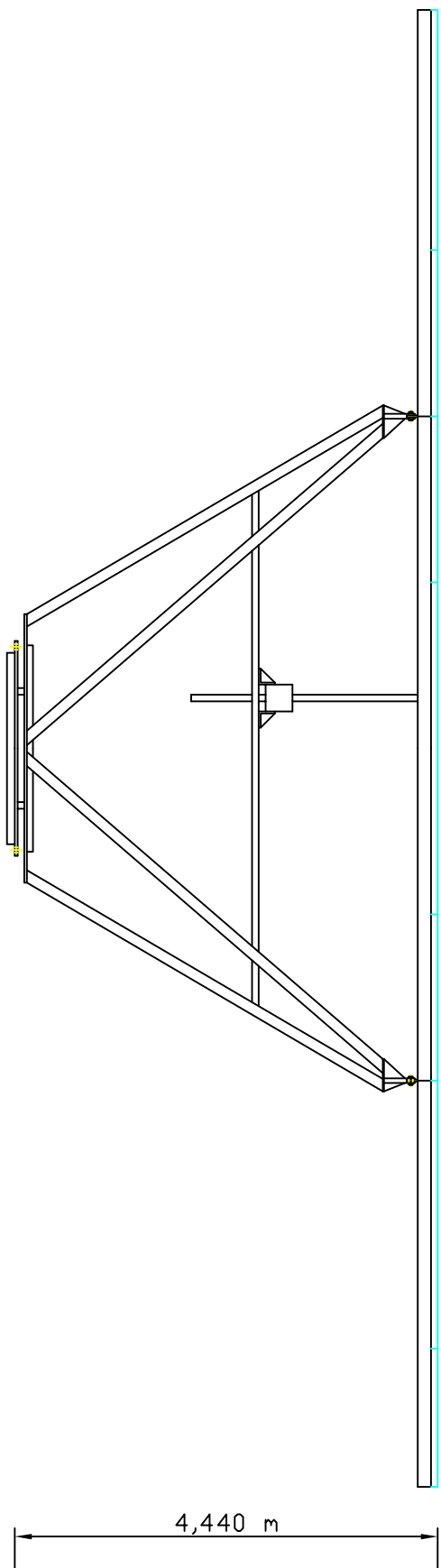



	Seguidor con sección de cable de 6 mm <sup>2</sup>
	Seguidor con sección de cable de 10 mm <sup>2</sup>
	Seguidor con sección de cable de 16 mm <sup>2</sup>
	Arqueta a pie de seguidor
	Arqueta a pie de contadores
	Centro de Transformación/seccionamiento
	Interconexión seguidores
	Armarios de Medida
	Caseta de control

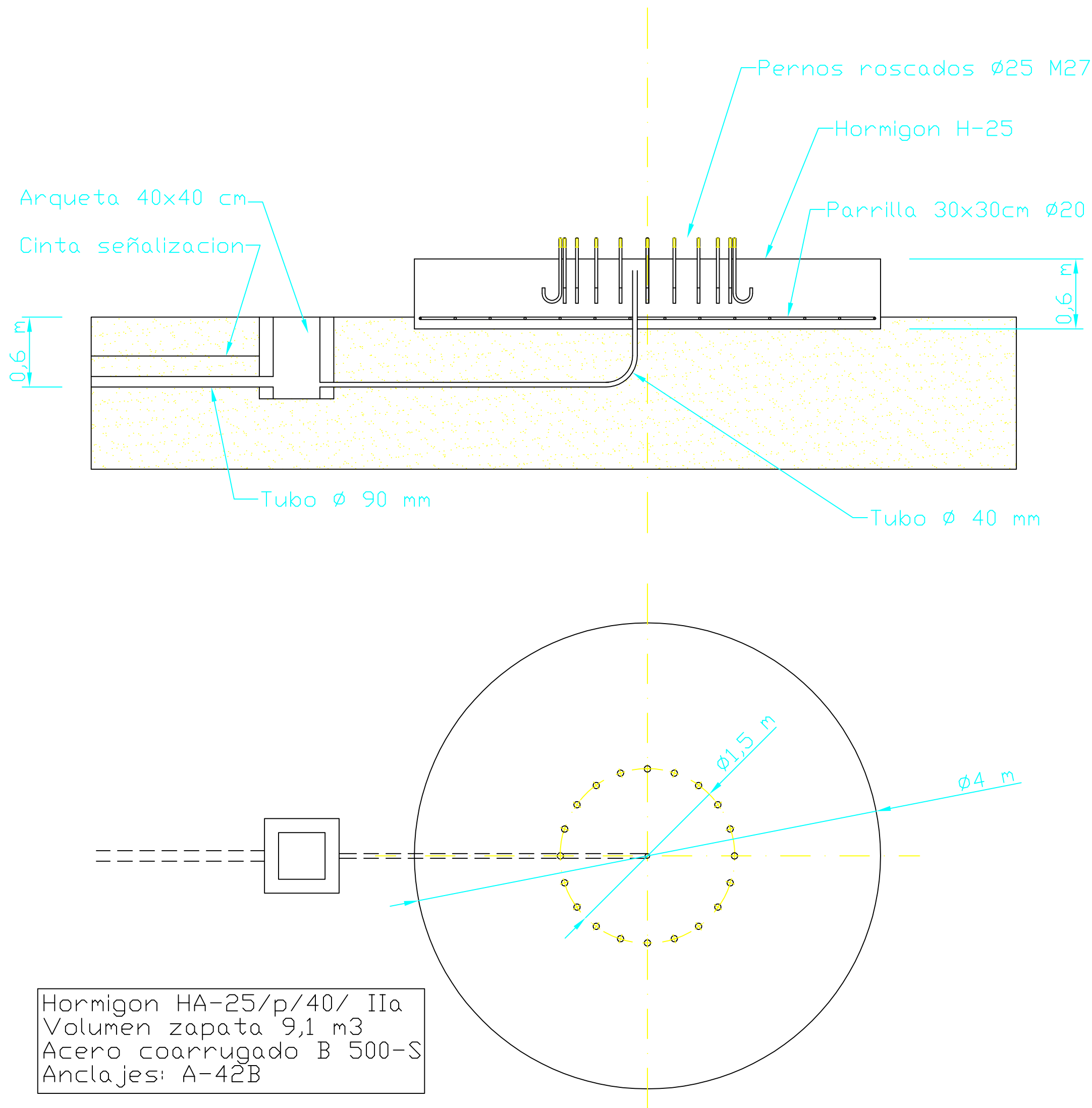
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	INGENIERO INDUSTRIAL	

PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>	REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>
FIRMA:	

PLANO: <b>PLANTA SECCIONES ZONA 2</b>	FECHA: <b>6/6/11</b>	ESCALA: <b>1:1000</b>	Nº PLANO: <b>7</b>
--	-------------------------	--------------------------	-----------------------



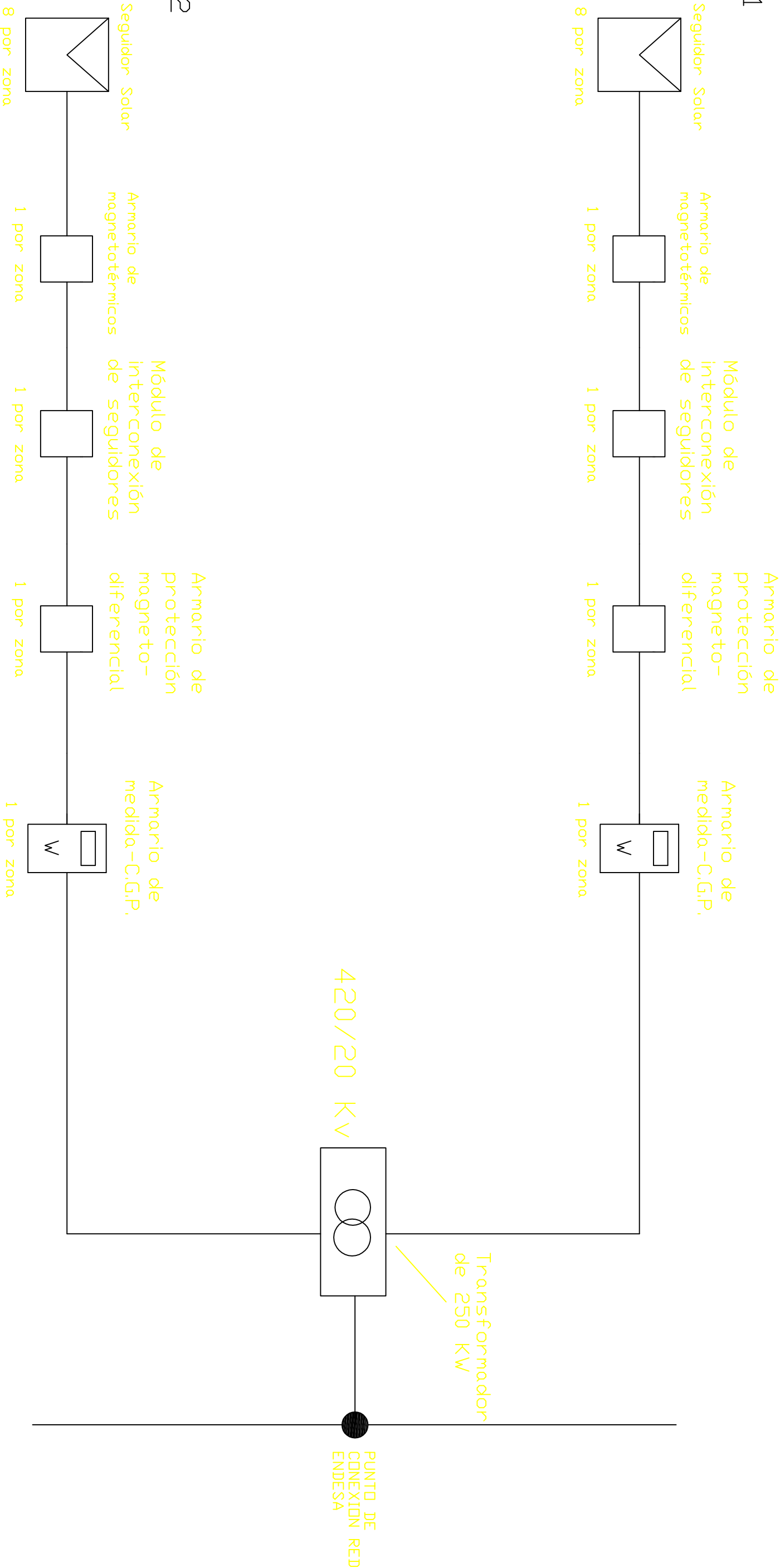
 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b></p>	
	<p>DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kwn EN CANTAVIEJA (TARUÉL)</b></p>		
<p>REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b></p>		
<p>FIRMA:</p>		
<p>FECHA: <b>6/6/11</b></p>	<p>ESCALA: <b>1:100</b></p>	<p>Nº PLANO: <b>8</b></p>




 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>				
<b>PROYECTO:</b> <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>			<b>REALIZADO:</b> <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>		
			<b>FIRMA:</b>		
<b>PLANO:</b> <b>CIMENTACION SEGUIDORES</b>			<b>FECHA:</b> <b>6/6/11</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1:50</b>	<b>Nº PLANO:</b> <b>9</b>

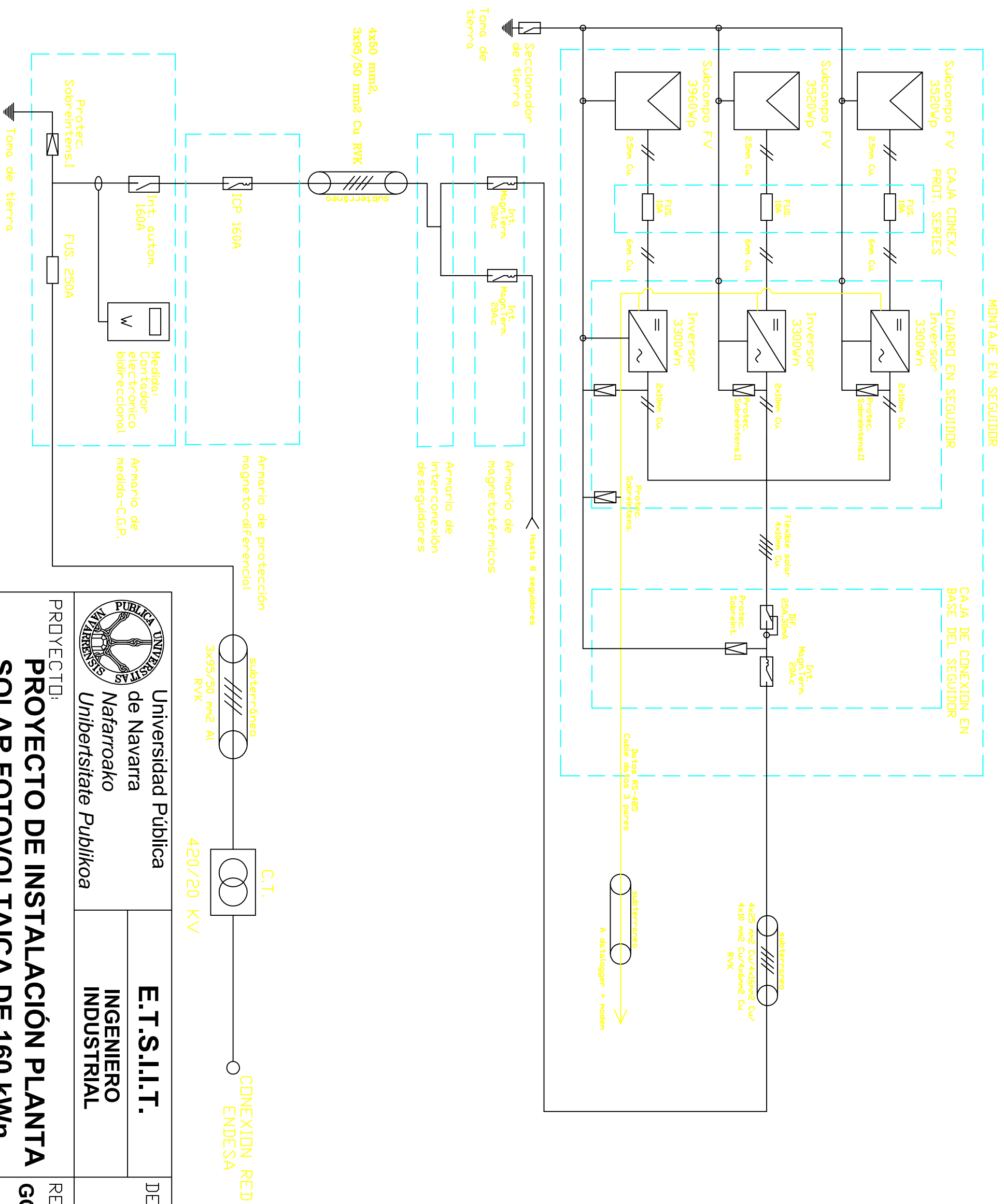



ZONA 1

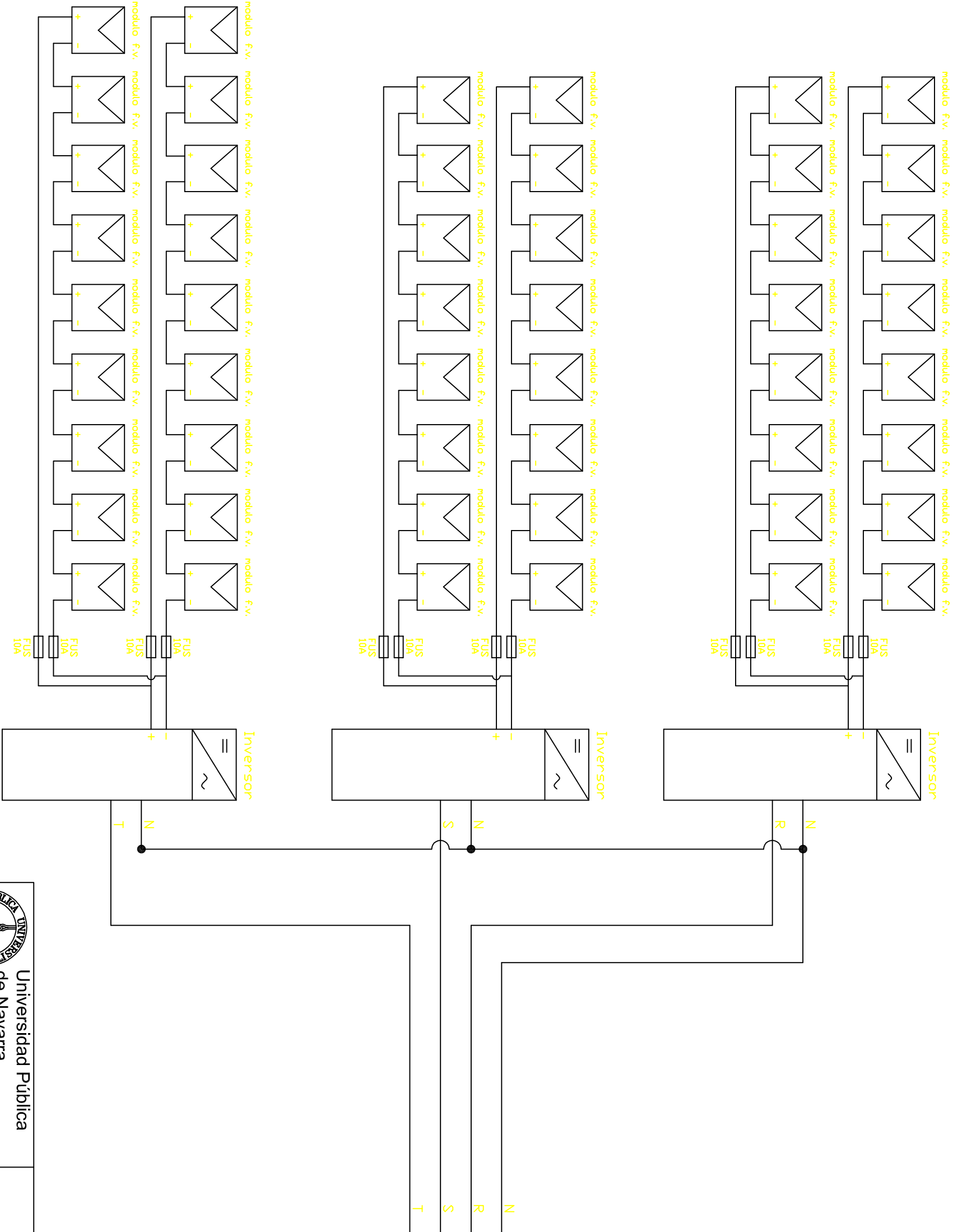



ZONA 2

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO INDUSTRIAL</div></div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kw <sub>n</sub> EN CANTAVIEJA (TERUEL)		REALIZADO: GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR GENERAL		FIRMA:	FECHA: 6/6/11
		ESCALA: S.E.	Nº PLANO: 10



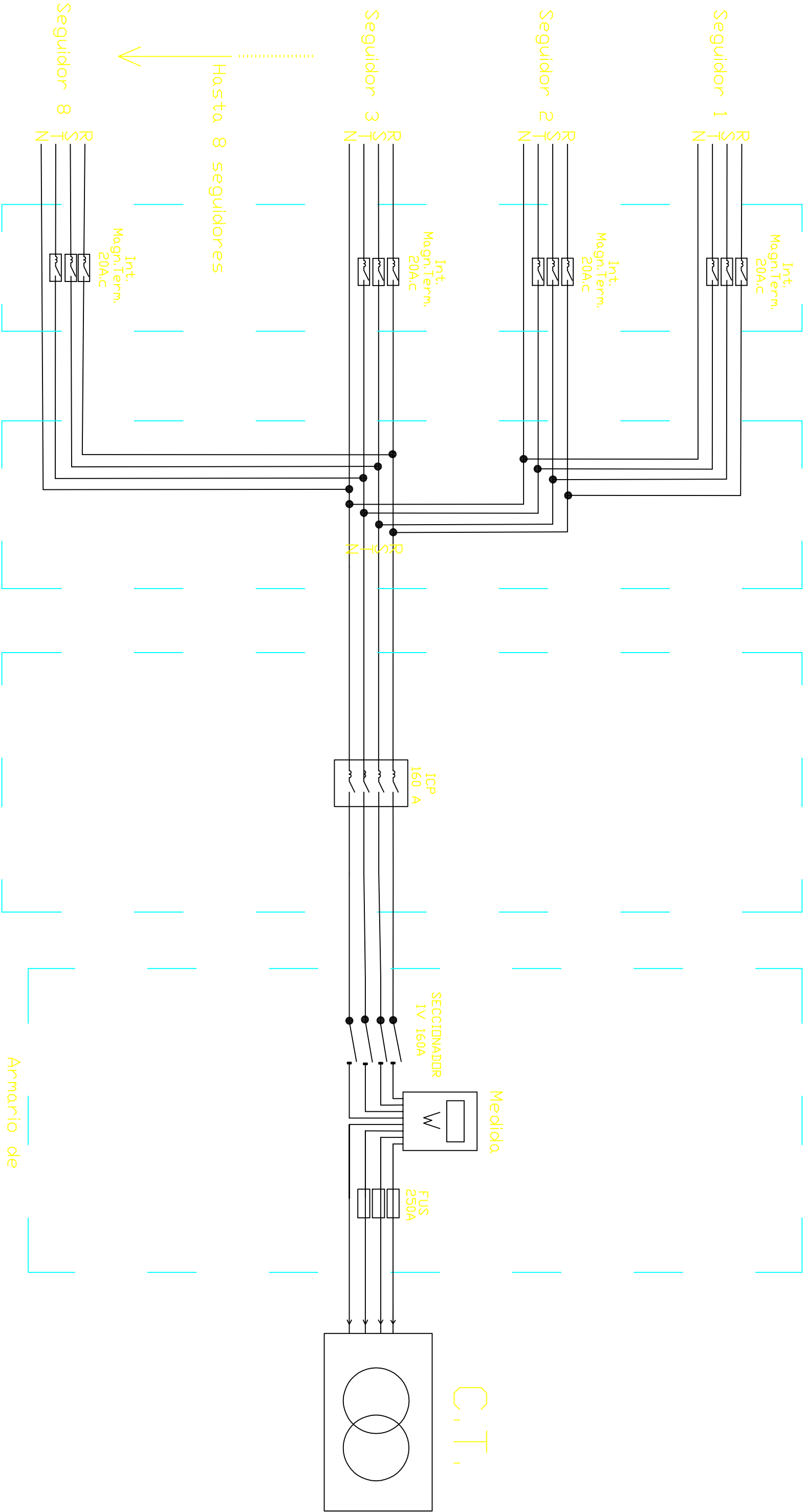
 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p> <p><b>INGENIERO INDUSTRIAL</b></p>	
	<p>DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b></p>	
<p>PROYECTO:</p> <p><b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWh EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b></p>	<p>REALIZADO:</p> <p><b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b></p>	<p>FIRMA:</p>
<p>PLANO:</p> <p><b>ESQUEMA UNIFILAR DE ZONA</b></p>	<p>FECHA:</p> <p><b>6/6/11</b></p>	<p>ESCALA:</p> <p><b>S.E.</b></p>
<p>Nº PLANO: <b>11</b></p> <p><small>Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Todos los derechos reservados Eskubide guztiak erreserbatu dira</small></p>		




 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: INGENIERIA ELECTRONICA
	INGENIERO INDUSTRIAL	

PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWp EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>		REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>	
PLANO: <b>CONEXION MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>		FIRMA:	
		FECHA:	

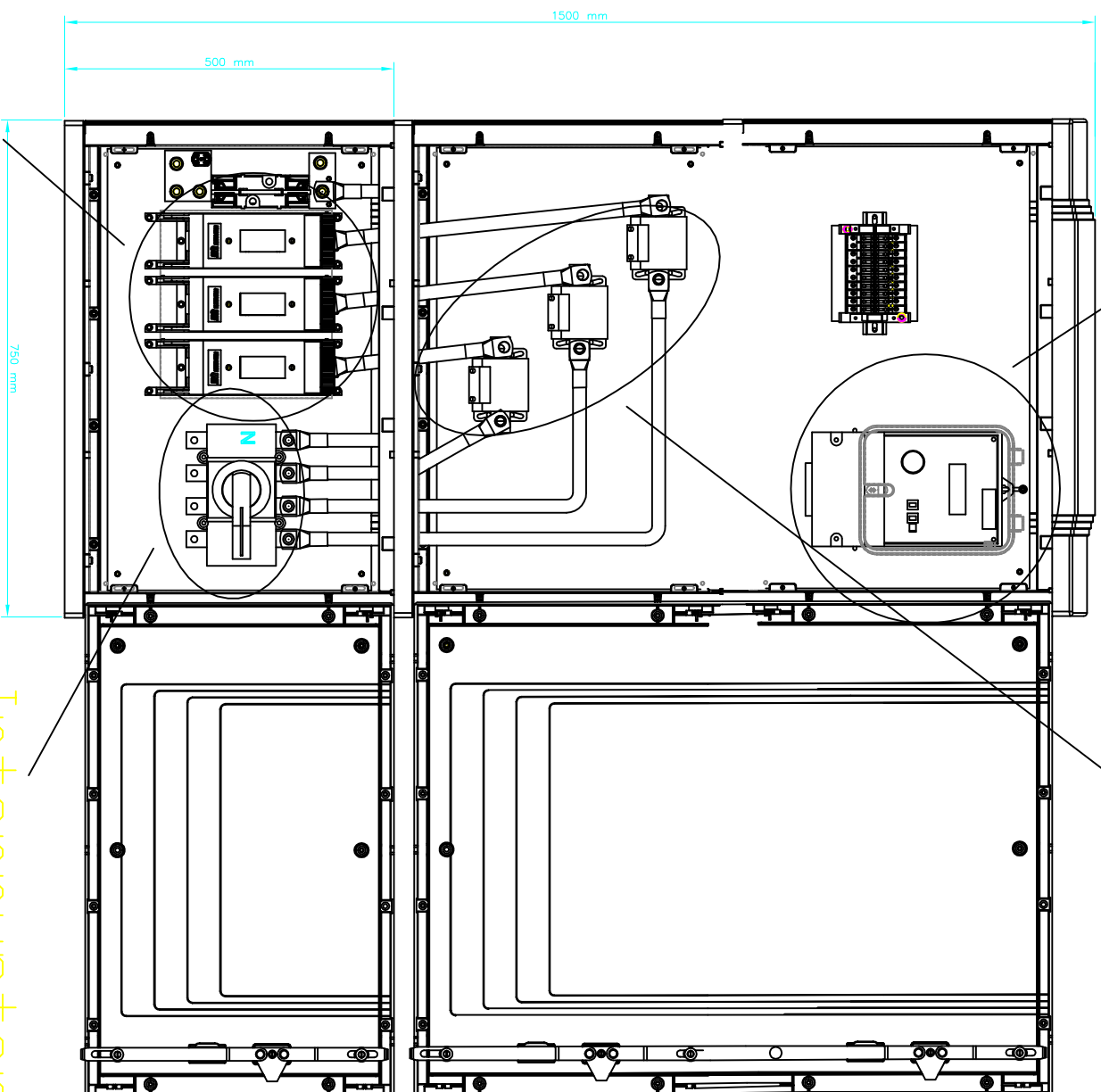
FECHA:	6/6/11	ESCALA:	S.E.	Nº PLANO:	12
--------	--------	---------	------	-----------	----




	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)	REALIZADO: GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO		
	FIRMA:		

PLANO: CONEXION TIPO CUADRO CONTADORES	FECHA: 6/6/11	ESCALA: S.E.	Nº PLANO: 13
	pna		



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL		
PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 160 kWn EN CANTAVIEJA (TERUEL)</b>	REALIZADO: <b>GONZALEZ IRAIZOZ, PABLO</b>		FIRMA:
PLANO: <b>ARMARIO DE MEDIDA</b>	FECHA: <b>6/6/11</b> ESCALA: <b>S.E.</b>		



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 160 kWn

BIBLIOGRAFÍA

Pablo González Iraizoz

Luis Marroyo Palomo

Pamplona, 28 de junio de 2011

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- REGLAMENTO ELETROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN. VV.AA. McGraw-Hill
- ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. M. Castro. PROGENSA (Promotora General de Estudios)
- INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS. E. Alcor. PROGENSA (Promotora General de Estudios)
- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIONES FOTOVLTAICAS CONECTADAS A LA RED DE BAJA TENSIÓN. I.D.A.E.
- Datasheets y manuales de montaje de los fabricantes (Trina Solar Limited, SMA Solar Technology AG)
- Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las instalaciones de producción de energía en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo del 2001 de la Dirección General de la Política Energética y Minas por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelos de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de la producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Resolución del Ministerio de Economía del 21/05/2001, BOE del 21/06/2001.
- Condiciones técnicas que han de cumplir las instalaciones fotovoltaicas para la conexión a la red de distribución de la Empresa Distribuidora.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T.).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95).
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>
- <http://www.censolar.es>